t. XXI. — 1893. — N° 1.

Pamphlet

1127-1

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-ET-UNIÈME

Notes et Mémoires : Feuilles 1-4.

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7

1893

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles
1893

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologiq les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1er janvier s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France.*

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes Rendus des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et ne sont pas réimprimés dans le Bulletin.

Les différents fascicules du Bulletin renferment seulement les Notes et Mémoires envoyés par les auteurs et acceptés par la Commission du Bulletin ; dans la composition de ces fascicules il n'est tenu aucun compte des dates des séances de la Société, les mémoires étant imprimés à la suite, en tenant compte seulement de la date du dépôt des manuscrits au secrétariat.

Pour chaque mémoire, une note infrapaginale indique la date de la communication, la date du dépôt du manuscrit et la date du bon de correction donné par l'auteur.

La date du bon à tirer de chaque feuille est inscrite au bas de la première page de la feuille.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

LILLE. — IMPRIMERIE LE BIGOT FRÈRES

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME VINGT-ET-UNIÈME

1893

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
7, Rue des Grands-Augustins, 7

1893

NOTES & MÉMOIRES

NOTES & MÉMOIRES

présentés dans les Séances

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

LE LIGURIEN ET LE TONGRIEN EN EGYPTE (1),

par le professeur MAYER-EYMAR.

INTRODUCTION.

Les étages Ligurien et Tongrien de ma classification des terrains tertiaires, rectifiée en 1887 (2), correspondent désormais exactement, le premier, à l'Oligocène inférieur, le second, à l'Oligocène moyen de M. Beyrich. Trompé, comme du reste bon nombre de géologues français, suisses et italiens, par les rapports paléontologiques qu'ont le falun blanc de Lesbarritz et la mollasse serpentineuse de la Ligurie avec les marnes bleues de Gaas et le calcaire à Astéries de Bordeaux, j'avais, jusqu'à l'année citée, conservé l'arrangement du « Prodrome » d'Alcide d'Orbigny, où le Tongrien correspond au Miocène inférieur, non pas de Deshayes ni même de Lyell, mais tel que le concevaient Elie de Beaumont et Hébert, et comprend ainsi, pour la France, en outre des sables et des grès de Fontainebleau, les marnes à *Cyrènes* et le gypse supérieur de Montmartre, plus, le falun de Lesbarritz et certains dépôts du sud-ouest confondus avec ce falun. Cette fois encore, c'est à la découverte de la loi cosmique de la division de l'écorce sédimentaire du globe en

(1) Cette communication a été faite dans la séance du 6 février 1893; le manuscrit est parvenu au Secrétariat le 2 février et le bon à tirer a été donné par l'auteur le 22 juin 1893.

(2) Verzeichn. der Verstein. der Umgeg. von Thun. (*Matériaux pour la carte géolog. de la Suisse*, 24e livrais., seconde partie, p. XXII).Berne, 1887.

étages à deux sous-étages que je dois d'avoir enfin ouvert au sujet de la délimitation des deux étages en question e reconnu qu'au lieu de former, le premier, un seul sous-éta second trois, chacun se divise de fait en deux séries de c particulières. Quoique j'aie, à plusieurs reprises (1), depuis b six ans, donné un aperçu des groupements que comporte la c fication rectifiée, je ne crains guère de me répéter trop souven rappelant encore une fois, et cette fois en français, les donn stratigraphiques relatives à nos deux étages, parce que d'abord m écrits à ce sujet ne sont répandus qu'à un petit nombre d'exem plaires et aussi parce que certains géologues que mon thème inté resse ne paraissent pas consulter les ouvrages en allemand où il en a été traité.

Constitution du Ligurien inférieur ou Lattorfon (2).

Zone nord. — Le Ligurien inférieur du nord de l'Europe se compose, comme on sait, de trois sortes de dépôts, à savoir : 1° des gypses inférieur et moyen du bassin de Paris, avec marnes intercalées, dont la faune offre un mélange d'espèces du Bartonien et du Tongrien du même bassin (3) : dépôts du delta du fleuve Loire-et-Seine, alimenté par de nombreuses sources thermales; 2° des marnes alternativement marines et fluviatiles de l'île de Wight (Colwell Bay, etc.) : dépôts également de delta; 3° des sables marins, plus ou moins marneux et glauconieux, du sud de l'Angleterre (Brockenhurst, Lindhurst, Roydon), de la Belgique (Lethen, Vliermael, etc.), du nord de l'Allemagne (Calbe, Lattorf, Osterweddingen, etc.) et de la rive nord du lac Aral (4). Or, cette distribution des terres et des mers, dans le nord de l'Europe, en même temps qu'elle accuse un nouvel envahissement de la mer, du nord vers le sud, après l'époque bartonienne supérieure où la mer était restreinte à une faible partie du bassin anglo-parisien, prouve, cette fois encore, que c'est bien au mouvement

(1) Loc. cit. — Uber das Tongrian von Cairo (Egypten). (*Vierteljahrsschr. der naturforsch. Gesellsch. in Zürich*). 1889. — Tableau des terrains de sédiment. (Glasnik Hrvatscoga naravoslovnoga druztva). Agram, 1889.

(2) Je remplace par le nom de la localité typique de Lattorf celui de Montmartre, nom mal choisi, puisqu'il y a là trois sous-étages successifs et que les deux premiers n'y sont pas franchement marins.

(3) Deshayes, *B. S. G. F.*, 2e sér. t. 23, p. 327, 1866.

(4) Von Koenen, Unteroligocœne Fauna vom Aralsee.(*Bul. Soc. Nat. Moscou*), 1868.

e de l'axe de la terre qu'a été dû cet envahissement de la e l'Allemagne et de l'ouest de la Sibérie, car l'explication mouvement du sol serait, dans le cas présent, par trop iste. Du reste, la formation des dépôts liguriens inférieurs d de l'Europe (Alpes comprises), dépôts en général d'eau nde et à faciès constant du golfe de Gascogne à la mer Cas- ne, ne saurait aussi être expliquée simplement que par l'am- ude de la Méditerranée de l'époque, survenue après l'époque s eaux basses des couches bartoniennes supérieures. Et de fait, faciès côtier ou de mer peu profonde de ces couches, à Biarritz, u Schimberg (bancs de *Nullipores*), près d'Interlaken (bancs de *Nullipores*), aux environs de Nice et de Vicence, de même que leur remplacement à Reit im Winkel et à Hæring par un dépôt d'eau douce (à flore identique) prouvent assez, ce me semble, que le niveau de la Méditerranée d'alors était beaucoup plus bas qu'aux époques précédente et suivante.

Zone sud. — Abstraction faite des formations d'eau douce et saumâtre du midi de la France et de la série de couches des environs de Gran et de Budapest, dont le faciès pétrographique et paléontologique, déterminé, je pense, par quelque communication du bassin hongrois avec la mer du Nord, n'est pas celui du flysch, le Ligurien inférieur de la zone sud de l'Europe est *nécessairement* constitué par le flysch à *Chondrites intricatus* et *Ch. Targionii* et par les marnes à *Foraminifères*, caractérisées d'ordinaire par le gros *Clavulina Szaboi* Hantk., qui, en beaucoup d'endroits (Le Righi, Alpnach, le Schimberg, la vallée de Habkeren, la Palarea, la Mortola, Hæring, Budapest), occupent la base de ce flysch. Je dis nécessairement, parce qu'en effet, le flysch véritable succède régulièrement à des dépôts dont j'ai démontré, dans mon ouvrage sur les fossiles des environs de Thoune, le synchronisme avec les deux sous-étages bartoniens du Nord. C'est ainsi, je le répète, qu'à Biarritz, le flysch, sous le faciès d'un grès gris-foncé, riche en *Chondrites intricatus*, est enclavé entre les marnes à *Orbitoides* de Très Pots-Cachaou, qui succèdent aux masses bartoniennes inférieures du port des Basques, et les sables et mollasses à *Nummulina intermedia* et *N. Fichteli* de Très Pots, de l'Atalay et du Casino. C'est ainsi que, dans la chaîne du Hohgant, au Niederhorn, au Schimberg, il succède au Bartonien le mieux caractérisé. Il en est de même aux environs de Nice, où, à Puget-Téniers et à la Mortola, il recouvre directement le Bartonien de la contrée. Enfin, c'est nécessairement à ce niveau qu'appartiennent les grès schisteux,

avec bancs de poudingues, de la coupe de la Brenta, au Bassano, puisque ces grès sont enclavés entre les Bartonien et le Ligurien supérieur, représenté ici par une large Basalte correspondant au tuf basaltique de Sangonini Montecchio Maggiore. Or, si, en Ligurie et en Piémont, le véritable n'a point le Bartonien pour base (2), mais d'ordinair roches éruptives anciennes comprises sous le nom de Serpen il est là-bas aussi immédiatement recouvert par la mollasse à *mulina intermedia* et *N. Fichteli;* et du reste sa flore marine, abo dante à San Frutuoso et à Gênes même, plus éparpillée aux environs de Busalla, flore dans laquelle dominent, comme toujours, les *Chondrites intricatus* et *Ch. Targionii*, ainsi que l'*Helminthoidea labyrinthica*, ne permet point de le séparer du flysch des Alpes. Quant au fait que le flysch du Piémont contient en certains endroits (Gassino, Marmorito, Monteu, etc.), dans sa partie supérieure, des lentilles calcaires ou des bancs plus ou moins riches en restes d'animaux marins, il n'a rien de surprenant, puisqu'il faut bien qu'il y ait eu, à l'époque ligurienne inférieure, des endroits dans le bassin du Piémont où existaient des hauts-fonds formés peu à peu par le gonflement et le plissement des roches serpentineuses et des rivages peu abrupts. Bien au contraire, ce fait n'est que la répétition nécessaire de ce qui se voit en Suisse, dans le flysch inférieur et moyen du Righi, par exemple (3). Or, cette présence en grand nombre, dans le flysch de Righi, de *Nummulines* et d'*Orbitoides*, accompagnées de quelques huîtres, peignes et spondyles, de même que l'apparition, depuis longtemps constatée par Gumbel, de la plupart des *Orbitoides* du Bartonien dès le Parisien inférieur des Alpes et leur réapparition dans le Ligurien de Hongrie (4), auraient dû, tout d'abord, prévenir M. Sacco (5) qu'il ne suffit pas de nombreuses *Nummulines* et *Orbitoides* éocènes pour faire qu'un dépôt nummulitique soit Bartonien, d'autant moins que les espèces qui

(1) A. Secco, Note geologiche sul Bassanese, p. 21. Bassano, 1883. — J'ai relevé depuis la même coupe.

(2) N'ayant point, moi-même, étudié la stratigraphie du Bas-Monferrat, en dehors de la colline de Turin, je me suis, en 1889 (loc. cit.), laissé induire en erreur par la notice de M. Portis sur le soi-disant Bartonien de Gassino.

(3) Kauffmann, Geologie des Rigi (*Matériaux p. la Carte géol. de la Suisse*, 11e livr., p. 160). Berne, 1872.

(4) Von Hantken, Fauna der Clavulina Szaboi-Schichten (Journ. de l'Instit. géol. hongrois, 1875, p. 81).

(5) F. Sacco, Carta geol. del bacino terziario del Piemonte. Turin, 1889. — Le Ligurien (*B. S. G. F.*, 3e sér., t. XVII, 1889, p. 212), etc., etc.

gnent ces *Foraminifères*, ou sont particulières aux loca- montaises, ou passent à peu près toutes dans le Ligu- périeur et même dans le Tongrien inférieur de l'Italie; rai : *Ostrea gigantea* Sol., *O. Martinsi* Arch., *Pecten Bernensis* ., *Lima miocænica* Sism., *Pholadomya Puschi* Goldf., *Xeno- a extensa* Sow. (Troch.), *Cassidaria depressa* Buch, *Nautilus piens* Michti, *Aturia zigzag* Sow. (Naut.), *Rhynchonella ormis* Seg., *Rotularia spirulea* Lam. etc.; j'ai moi-même recueilli cemment la plupart de ces espèces à Gassino.

En consultant la littérature que je viens de citer, ou encore la Géologie de la Suisse de B. Studer et le Traité de Géologie de M. de Lapparent (page 1151 de l'édition de 1885), on voit nettement que le flysch à *Chondrites Targionii* et *Ch. intricatus* et à *Helminthoidea labyrinthica*, c'est-à-dire le flysch exactement synchronique de celui du Bas-Monferrat et de la Ligurie, est toujours le dernier terme de la série nummulitique de nos Alpes. D'autre part, l'étude approfondie de la stratigraphie des environs de Nice nous montre que le Bartonien est composé de deux sous-étages bien distincts quoique toujours liés ensemble, et qu'il est situé, sans lacune, au-dessus du Parisien supérieur de Branchai et au-dessous du flysch du Puget-Théniers et de la Mortola. Je ne puis donc admettre les conclusions de M. Sacco, et peu avant la réunion des géologues italiens à Bergame, j'ai protesté contre elles dans une lettre adressée au président, M. le professeur Taramelli, et j'ai envoyé à M. Sacco la coupe de la Brenta. De fait, dans les récents mémoires géologiques de mon collègue et confrère de Turin règne, à mon avis, une déplorable confusion de niveaux et de noms d'étages.

Constitution du Ligurien supérieur ou Hénisin.

Zone nord. — Si la composition et la position stratigraphique des couches de Hénis du nord de l'Europe sont depuis longtemps bien connues (1), les conclusions à tirer de leur absence en Allemagne et de leur faciès, envisagé sous le rapport de son contraste avec celui des deux sous-étages encadrants, ont trop d'importance pour le triomphe de la classification que je préconise, pour que je ne saisisse pas la présente occasion de les mettre dûment en relief, après les avoir seulement touchées au congrès de Berlin. Or donc

(1) Dewalque, Géolog. de la Belgique, p. 241. Bruxelles, 1883. — De Lapparent, Traité de Géologie, p. 1166. Paris, 1885.

et d'abord, comment expliquer l'absence du Ligurien s au-dessus du Ligurien inférieur dans tout le bassin du l'Allemagne, sinon par le retrait complet de la mer? Dira-t ce Ligurien supérieur doit avoir été foncièrement détruit mer tongrienne, dont les dépôts recouvrent encore, en que endroits, le Ligurien inférieur, tandis que cette même mer a épa le premier des trois en Belgique? Comme si la mer, même la envahissante et la plus agitée, pouvait détruire radicalement derniers dépôts, dans un bassin aussi vaste que la Prusse : cet première hypothèse est insoutenable. Ou bien, est-ce que ce Ligu rien de la Prusse réunirait par hasard les deux sous-étages, sans ligne de démarcation sensible, sans quelque changement de faciès pétrographique et paléontologique? Mais, pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que ce bassin ligurien eût été, à l'instar du bassin aquitanien du Piémont, assez profond pour qu'un abaissement du niveau de la mer de quelques centaines de mètres n'eût eu aucune influence sur ses dépôts; et encore! Or, ceux-ci prouvent, au contraire, qu'il n'était pas profond du tout (ce qui, naturellement, a facilité le retrait complet de la mer ligurienne inférieure) : cette seconde et dernière hypothèse est aussi insoutenable que la première. Donc, c'est bien la mer du Nord qui s'est retirée de l'Allemagne, au commencement de l'époque ligurienne supérieure, pour revenir ensuite, au commencement du Tongrien inférieur; cela est clair et évident. Du reste, ensuite, il en a été de même, quoique à un moindre degré, dans la partie ouest du bassin du Nord : partout, en effet, à Tongres, à l'île de Wight, à Montmartre, le Ligurien supérieur ne se présente plus que sous le faciès fluviatile ou fluviomarin, preuve que les embouchures des fleuves qui se déversaient de ce côté dans la mer du Nord empiétèrent de suite et de beaucoup sur son territoire; et ce faciès fait même quelquefois place au faciès lacustre (Brie, Bembridge), preuve encore plus forte que le continent s'agrandit aussi de ce côté, au commencement de la nouvelle époque.

Zone sud. — L'unité stratigraphique des dépôts marins liguriens supérieurs de la zone méridionale ressort, non seulement de leur position identique, mais encore, d'une part, de l'abondance à leur niveau, des deux *Nummulines* associées, les *Nummulina intermedia* d'Arch. et *N. Fichteli* Mich^ti (1). (Biarritz, Garans, Lesbarritz, Tuc du Saumont, etc., Branchai (rive droite), tout l'Apennin, de Céva à la

(1) De Laharpe, Nummulites de la zone supérieure de Biarritz. (*Bull. Soc. Borda*). Dax, 1879.

le Bas-Monferrat, Priabona (tuf supérieur), Oberaudorf? vacsi, Klausenburg) et d'autre part, des affinités de faune du e Lesbarritz et du grès de Barrême avec les mollasses serpen- es de la Ligurie centrale et avec les tufs basaltiques supérieurs icentin (Gnata, Montecchio-Maggiore, Sangonini, Soglio di). Or, cette fois encore, la nature sableuse de la plupart de ces ôts, leur faune côtière ou de mer peu profonde et l'absence de ations directes entr'eux et le Ligurien supérieur du Nord, nous diquent assez clairement qu'ils se sont formés à une époque de ner relativement basse, en comparaison des mers des couches qui les encadrent.

Constitution du Tongrien inférieur ou Rupélon.

Zone nord. — L'erreur dans laquelle j'ai persisté dans mes deux derniers tableaux des terrains tertiaires, même après avoir reconnu la loi de constitution des étages, erreur qui consiste en l'admission de l'argile à septaires du nord de l'Europe comme membre et type du sous-étage supérieur du Tongrien, tout en étant la preuve peu flatteuse que je n'avais pas jusqu'alors étudié comme il faut la stratigraphie du dépôt, a pour faibles excuses, d'abord, l'exemple des géologues belges, dont le « système » rupélien se compose des deux « étages » des sables de Klein-Spauwen et des argiles de Boom, et ensuite, ma répugnance, encouragée par l'opinion de M. Sandberger (1) à considérer le calcaire à *Hélices* de Mayence comme Aquitanien inférieur, à cause de la grande rareté de l'*Helix Ramondi* Brongn. dans ce calcaire. Quoique singulièrement contrarié par le faciès de mer profonde de l'argile à septaires et de sa continuation vers le sud (l'argile ou schiste à *Amphisyle Heinrichi* Bronn et *Meletta crenata* Heck. de la Haute-Alsace, de Bâle, du pied des Alpes et des Carpathes), je faisais, pour une fois, bonne mine à mauvais jeu, en admettant que la mer tongrienne ne s'était pas retirée de l'Allemagne, au début du Tongrien supérieur et que, par exception, c'était bien à un grand « krach », survenu du pied sud des Vosges, à travers le nord du Jura, le long des Alpes et jusqu'au bout des Carpathes, qu'était due l'extension extraordinaire de la zone nord de ce Tongrien soi-disant supérieur. En abordant aujourd'hui de nouveau les questions de stratigraphie et de paléontologie relatives à la constitution du Tongrien, j'ai la grande joie de recon-

(1) Sandberger, Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens, p. 437. Wiesbaden, 1863.

naître tout d'abord ma méprise au sujet de la position de à *Cyrènes* de Mayence, c'est-à-dire de la place que je le assignée dans l'Aquitanien inférieur, et de voir, en consé l'étage tongrien parfaitement soumis, lui aussi, à la loi cos des étages, c'est-à-dire à la règle de l'alternance des dépôts de ample avec des dépôts de mer plus petite, en opposition sur ch hémisphère.

Le Tongrien inférieur du Nord se trouve donc composé, comme reste bon nombre de sous-étages, tant inférieurs que supérieurs (1 de deux niveaux principaux, différents, dans le centre de l'Europe par leurs faciès pétrographiques et par conséquent par quelques espèces propres à ces faciès, mais étroitement liés par la même extension géographique et par la grande majorité de leurs faunes (2). Le premier niveau, ayant pour type les sables de Klein-Spauwen, de Berg et de Rupelmonde, en Belgique, s'étend déjà sur un immense espace à l'est et au sud, sous les aspects divers de sables blancs (Kœnigsberg), de sables gris foncé (Stettin, Magdebourg, Sœllingen, Leipzig), de sables jaunes (Alzey, Kreuznach, Eguisheim), de marnes jaunes ou bleues (Stetten, Aesch, Laufon, près de Bâle, Neucul près de Delémont, Cœuve, près de Porrentruy, les Brenets, près du Locle, Noirvaux, près de Boudry) (3), et de calcaire gréseux jaunâtre (Courgenay, Paplemont près de Porrentruy); il revêt ensuite, au pied du Salêve, le faciès du grès de Fontainebleau. Il occupe en même temps une grande partie du bassin éocène de Paris, où il se présente aussi sous les aspects pétrographiques les plus divers (4). Il réapparaît dans l'île de Wight (marnes marines de Hempstead), et il est nécessaire qu'il ait jadis occupé une dépression allant de Paris à Rennes, parce que c'est le seul chemin qu'ont pu prendre le *Natica crassatina* et le *Deshayesia cochlearia* pour passer du Golfe de Gascogne dans la mer du Nord et parce que la faune du Tongrien supérieur de Rennes n'a guère pu s'enrichir de tant d'espèces du Tongrien infé-

(1) Tels, entr'autres, le Thuringien inférieur (a. Schiste cuprifère, b. Zechstein), le Toarcien supérieur (a. Zone à *Belemnites acuarius*, b. Zone à *Ammonites Jurensis*), le Bartonien inférieur (a. Niveau des sables de Beauchamp inférieurs ou Lower Barton, b. Niveau des sables de Beauchamp moyens ou Middle Barton), le Langhien inférieur, l'Helvétien supérieur, etc.

(2) Sandberger, loc. cit. — Von Kœnen, Das marine Mitteloligocœn Norddeutschlands, I. (*Palæontographica*, vol. 16, Cassel, 1867). — Lepsius, Das Mainzer Becken. Darmstadt, 1883.

(3) Jaccard, Géolog. du Jura vaudois et neuchat. (*Matériaux p. la carte géolog. Suisse*, 6me livr.) 1869.

(4) Meunier, Géolog. des environs de Paris. — De Lapparent, loc. cit.

Paris ou de Mayence que par ce chenal temporaire. Or, sur tout ce vaste espace le Ligurien supérieur ou fait défaut, plus le faciès marin, cette distribution des premiers dépôts ens indique derechef une nouvelle et grandiose, quoique puissante, invasion de la mer du Nord et permet déjà de prér les deux faits suivants, que les faunes de Santa-Giustina Oberaudorf vont nous prouver : 1° que cette mer se réunit à la diterranée par le chenal de la vallée du Rhône; 2° qu'elle traversa Jura et la dépression nord-subalpine, pour se réunir aussi à la éditerranée par le bassin du Danube (1), puisque dans la faune l'Oberaudorf, près de Kufstein, le *Cardium anguliferum* Sandb., le *Cyrena semistriata* Desh., le *Corbula Henkeliusi?* Nyst. et le *Corbula subpisiformis* Sandb., espèces du Nord, accompagnent dans les marnes et mollasses bleues, superposées au Ligurien supérieur, le *Diastoma Grateloupi* d'Orb. et le *Cerithium calculosum* Bast., espèces du Sud.

Le second niveau du Tongrien inférieur, l'argile de Boom ou à septaires, suit le premier niveau dans toute sa région orientale, tout en le débordant sur plusieurs points (Kreuznach, pied sud du Taunus, Eckardroth, Cassel), grâce à l'amplitude majeure de la mer qui le déposait. Mais, dans le bassin jurassique, au lieu de suivre le Jura comme son prédécesseur (à moins d'y avoir été complètement détruit, comme à l'est de Bâle), il tourne de Belfort, comme lui, vers l'Est, pour se prolonger, par Obersiegsdorf, près de Traunstein (schistes à *Meletta crenata* sous l'Aquitanien inférieur du Thalberg), jusqu'en Carinthie, en Moravie et dans le sud de la Galicie, contrée d'où les schistes à *Amphisyle Heinrichi* et *Meletta crenata* sont connus depuis longtemps et signalés en beaucoup d'endroits. Il n'est donc pas douteux non plus qu'à la seconde phase de l'époque tongrienne inférieure, la mer du Nord se déversa aussi et par un plus large canal, puisqu'elle était encore plus ample, dans la partie est de la Méditerranée.

Dans le bassin de Paris, où le fond de la mer devint de plus en plus sableux, grâce à la destruction des concrétions siliceuses des dépôts antérieurs et sans doute aussi à la silice qu'apportait la Loire, le niveau de l'argile à septaires est, tout naturellement, encore représenté par des sables et dès lors moins nettement séparé du niveau inférieur. Néanmoins, c'est nécessairement à lui qu'appartiennent les sables peu coquilliers de la ville d'Étampes et de la

(1) Ne pas confondre ce Tongrien inférieur d'Oberaudorf avec l'Aquitanien inférieur qui longe le pied des Alpes, beaucoup plus au Nord.

côte Saint-Martin, puisque ces sables font suite, vers le l
couches de Jeurre et de Morigny et finissent par être re
par le Tongrien supérieur d'Ormoy. Or, comme ces couche
médiaires se retrouvent en maint endroit élevé, autour de P
Montmartre, Romainville, Argenteuil, La Ferté-Aleps, il s'
que, dans le bassin de l'ouest aussi, la mer du Nord a augm
sa colonne d'eau à la seconde phase du Rupélon.

Zone Sud. — Comme les nombreux dépôts de cette zone n'o
encore été, que dans bien peu de cas, distingués comme ils
méritent de ceux qui les encadrent, je crois devoir m'arrêter, cette
fois, un peu plus longtemps à leur sujet, car il est important de
démontrer qu'eux aussi tranchent presque partout, par leur faciès
de dépôt de mer profonde, sur les assises qui les supportent,
comme sur celles qui les recouvrent.

Commençons nos investigations par l'Aquitaine. Tandis qu'à l'époque ligurienne supérieure le bassin de Bordeaux était occupé par un grand *lac*, dans lequel se formèrent le calcaire et la mollasse à *Nystia Duchasteli* dits du Fronsadais, ce bassin se transforma subitement, au début de l'âge tongrien, en un *golfe*, où se déposa le calcaire à *Astéries* inférieur, constitué aux environs de Bourg par des marnes blanchâtres et, à Bordeaux même, par des marnes bleu foncé, identiques par leur faune avec les marnes bleues de Gaas et avec celles de la Chausserie, près de Rennes (1). Voilà, certes, un bel exemple de l'invasion de la mer et d'une mer assez profonde, au début d'un nouvel âge géologique ! Tandis encore qu'à Biarritz le Ligurien supérieur consiste en un dépôt sablonneux peu puissant, le Tongrien inférieur qui lui succède sous le Casino est constitué par plus de deux cents mètres de marnes et mollasses bleues pauvres en fossiles, démontrant la nouvelle amplitude de la mer de Gascogne. De même encore à Gaas : des marnes bleues, à faune pauvre et composée surtout de quelques Gastropodes communs (*Natica crassatina* Desh. (*Ampullina*), *N. angustata* Grat., *Turbo Parkinsoni* Bast., *Collonia marginata* Lam., var., etc.) et d'un banc d'*Ostrea rudicula* Delb. et Raul., forment ici aussi contraste avec les sables ou les calcaires à *Nummulines* du Ligurien supérieur, aussi bien qu'avec les marnes sableuses à *Cardita Basteroti* du Tongrien supérieur. Toutes ces données témoignent donc dans le même sens.

Passons maintenant à la chaîne des Alpes, puisque le Tongrien

(1) Tournouer, Terrain tert. des env. de Rennes (*B. S. G. F.*, 2e série, t. 29, p. 481, 1872).

es Pyrénées centrales est une formation d'eau douce. Ici, nons d'abord sur la coupe de Barrême, relevée par Garnier nouër (1). Or, rien n'est plus clair que cette coupe; elle fre, en effet, au-dessus du flysch et des grès et poudingues à de Lesbarritz, une série d'assises marno-schisteuses, conte- à leur base le *Melania semidecussata* Lam., espèce très carac- tique du Tongrien, et au-dessus, une nouvelle série, plus cal- e, avec *Bythinia Dubuissoni* Bouill. (*Melan.*) et *Cerithium submar- ritaceum* Braun, c'est-à-dire le Tongrien supérieur, identique celui d'Aix en Provence (2). Ainsi donc, ici encore, le Ton- rien débute soit par des roches marneuses, soit par un dépôt d'eau profonde, tandis que le Ligurien supérieur est constitué par des roches sableuses et le Tongrien supérieur par un calcaire d'eau douce.

Étudions ensuite la belle coupe de la colline du Vit, près de Castellane (3), localité des plus intéressantes sous plusieurs rapports et surtout sous celui du mélange qu'offre la faune du Tongrien inférieur, à l'instar de celle du Tongrien supérieur de Biarritz. Il y a là, au-dessus des quelques mètres visibles de marnes à *Foraminifères*, une trentaine de mètres de grès marneux et schisteux, verdâtres et jaunâtres, riches par traînées en petites *Nummulines* et correspondant ainsi au flysch de Barrême; puis viennent trois mètres de mollasse jaune, à moules de coquilles indéterminables, mollasse que l'on peut placer, sans risque d'erreur, au niveau du grès jaune de Barrême. Dès lors, il faut bien que les douze à quinze mètres de marnes bleues qui succèdent représentent le Tongrien inférieur, puisqu'elles sont à ce niveau stratigraphique, qu'elles en ont le faciès de dépôt d'eau profonde et une bonne partie de la faune méridionale et enfin puisqu'elles sont, à leur tour, recouvertes par les quinze mètres et plus de calcaire blanc à *Bythinia Dubuissoni*, qui forment le sommet du Vit.

Arrivés enfin en Italie, ne nous arrêtons point dans le Vicentin, puisque, par exception, cette contrée volcanique ne nous offre point, sauf à Monteviale, de types de dépôts de mer profonde, mais hâtons-nous de passer à l'Apennin ligurique, où nous attendent des faits éminemment concluants.

Par un contraste frappant avec le Ligurien supérieur de la Ligurie

(1) Tournouer, Ibidem, p. 503.

(2) Fontannes, Études stratigraphiques, etc. Le groupe d'Aix, p. 127. Lyon et Paris, 1885.

(3) Tournouer, Loc. cit., p. 707.

et du Bas-Monferrat, (constitué, comme on sait, par des m
poudingues (1) avec des bancs de mollasse et, surtout
haut, des marnes micacées, vert-grisâtre), le Tongrien inféri
moins celui de la première région, et à l'exception de Santa
tina et de Sasselo — localités du détroit qui, à cette époque, r
sait le bassin du Pô au bassin méditerranéen proprement d
est formé par une série quelquefois puissante de marnes bl
verdâtre, très fragmentables, singulièrement homogènes et ex
mement pauvres en fossiles, sauf à leur base où il y a passa
insensible au Ligurien supérieur (2). Les quelques espèces su
vantes, que j'ai recueillies sans chercher longtemps, au beau milieu
de la série, au sud de Ponzone et à Castel dei Ratti à l'est de Serravalle : *Cytherea splendida* Mer., *Tellina Nysti* Dsh., *Corbula subpisiformis* Sandb., *Teredo anguina* Sandb., *Bulla crassiplicata* M.-E. *Pleurotoma Parkinsoni?* Dsh. et *Autria Aturi* Bast. (*Naut.*), ne prouvent, pour le moment, qu'une chose, c'est que le dépôt est bien du Tongrien marin. Or, cette masse de marnes homogènes, pauvres en fossiles, indique de la manière la plus certaine une mer ample succédant à une mer beaucoup plus restreinte. La preuve que cette augmentation de la colonne d'eau a été due surtout au flux envahisseur des mers du Nord nous sera donnée par la coupe et la faune tongrienne inférieure de Santa-Giustina.

Le petit bassin de Santa-Giustina,au-dessus de Savone, est creusé dans la serpentine et aussi aux dépens du flysch, dont une étroite bande l'entoure encore en demi-cercle, du côté ouest, c'est-à-dire sur le versant est du mont Tamburro. Le fond de ce bassin, en aval et à l'ouest du village, est occupé par le Ligurien supérieur, à faciès ambigu, peut-être de lagune et en tout cas d'eau peu profonde, et constitué par des alternances de poudingues et de mollasse verdâtre, la mollasse contenant à trois niveaux successifs (3) une flore terrestre abondante et des plus remarquables sous tous les rapports.

(1) La grande inégalité de profondeur de la mer, qui devait renfermer de nombreux écueils et des hauts-fonds de roches serpentineuses et schisteuses, ainsi que l'époque de chaleur (dont la preuve est la faune lacustre de l'île de Wight) et par conséquent de tempêtes (la preuve en est la flore terrestre de Santa-Giustina), expliquent suffisamment la masse de conglomérats sans qu'il soit absolument besoin d'avoir recours à des deltas de torrents.

(2) Il est fort regrettable que les faunes du Ligurien supérieur, du Tongrien inférieur (Dego, en partie; Santa-Giustina, Sassello, en partie) et même du Tongrien supérieur (Mornese) soient confondues dans les ouvrages *ad hoc* des Paléontologues piémontais.

(3) Ces trois niveaux correspondent aux numéros 3, 6 et 9 de la coupe relevée par Dom Perrando et que j'ai revue avec lui, en 1877.

tant comme dernière assise de ce Ligurien supérieur les tres de mollasse brunâtre qui, ici comme entre Sassello et dalena, contiennent un grand nombre de fragments de s, le Tongrien inférieur qui succède se trouve constitué de la re suivante : dix mètres de mollasse gris-clair verdâtre, à es légèrement concrétionnées, comme partout en Ligurie à ce au, mollasse à peu près sans fossiles, sauf dans la partie supé-ire (couche n° 11 de la coupe), où il y a une traînée de *Natica ssatina*; environ trente mètres de mollasse plus tendre, gris-clair, peu près sans fossiles, au-dessus desquels on trouve trois mètres de arnes schisteuses et micacées, gris-foncé, dans lesquelles abondent es *Psammobies*, le *Cyrena Michelottii* et le *Cytherea incrassata* (n° 13); viennent ensuite huit mètres environ de marnes gris-bleuâtres, sans fossiles, un banc coquillier (n° 15), épais de deux à trois mètres et constitué par une mollasse grossière, passant par place à un conglomérat de petits cailloux, de même couleur brunâtre. A ce banc, très riche en *Natices*, en *Cérithes* et en *Mélongènes*, succèdent cinq mètres de mollasse grise, avec quelques traînées de cailloux; un banc de coraux, du genre *Calamophyllia*, je crois; dix-huit mètres de mollasse grise avec de petits cailloux épars; un petit lit de poudingues bruns, à *Cerithium margaritaceum*; enfin, vingt mètres de mollasse gris-clair verdâtre, à bancs alternativement plus durs; et la coupe se termine, aux environs des nouveaux forts, par environ vingt-sept mètres de poudingues roux, à gros éléments, avec, au-dessus des treize premiers mètres (n° 23), quelques plaques de mollasse gréseuse riches en *Nummulina aquitanica* M.-E., seu *complanata*, Bast. (*Operculina*), non Lam., et une faune très remarquable dans la partie supérieure, malheureusement aujourd'hui enlevée ou cachée par le fort qui barre la route. Or, pour des raisons de stratigraphie aussi bien que de paléontologie, je considère ces vingt-sept mètres de poudingues rougeâtres comme du Tongrien supérieur et comme le dépôt d'une baie de la Méditerranée et non du bassin piémontais de l'époque.

Maintenant qu'il est démontré, par les faciès pétrographiques, que le Tongrien inférieur de Santa-Giustina contraste selon la règle avec le Ligurien supérieur et le Tongrien supérieur de l'endroit, sa faune va nous donner cette autre preuve que la mer du Nord de l'époque communiquait directement avec le bassin méditerranéen. Voici donc les espèces de ce Tongrien inférieur que j'ai recueillies jusqu'à présent (sauf une seule, le *Cytherea splendida*, au Musée universitaire de Gênes) et qui se trouvent définitivement classées au Musée fédéral de Zurich. (Les espèces nouvelles sont publiées dans le *Journal de Conchyliologie*. Paris, 1893).

	Ste Giustina	Plus bas	Ton. Inf. Nord		
1. *Ostrea* (*Gryphæa*) *Brongniarti* Bronn	1	4		5	
— *cyathula* Lam	1		5	4	
— — var. = *fimbriata* Grat	5		2	5	
— *rudicula* Delb. et Raul	1	3		5	
5. *Pecten* (*Neithea*) *arcuatus* Broc. (*Ostr.*)	3	5		4	
— *Bernensis* M.-E	2	4		2	
— *Biarritzensis* d'Arch	3	4-5		4-5	
— *Gravesi* d'Arch	2	2		2	
— *tripartitus* Dsh. = *subtripartitus* d'Arch	2	5		4-5	
10. *Lima Sandbergeri* Dsh	1		2		
— *triangula* M.-E. Espèce nouvelle	1				
Arca kurracheensis d'Arch. = *anceps?* Michⁿ	2	2		?	
— *pretiosa* Dsh	1		2		
— *rustica* M.-E. Espèce nouvelle	1				
15. *Pectunculus bormidianus* M.-E. = *Lugensis* Fuchs.	2	5		?	3
— *Brongniarti* M.-E	2	3		4	4
Astarte scabra? Michⁿ	1	2			
Lucina gracilis? Nyst	3	3	?		
— *miocœnica* Michⁿ, p.p.	3	3			4
20. — *Omaliusi?* Dsh	1		3		
— *Perrandoi* M.-E. Espèce nouvelle	2				
Axinus sinuosus Don. (Ven.) = *unicarinatus* Nyst.	2	4	3		4
Cardium comatulum? Bronn	1		2		2
Isocardia (*Callocardia?*) *corrugata*. M.-E. Esp. nouv.	1				
25. *Cyrena circumsulcata* M.-E. Espèce nouvelle	3				
— *Michelottii* M.-E. Espèce nouvelle	5	2-3		2	
Cytherea incrassata Sw. (Ven.)	5	4	5	3	4
— *splendida* Mer	1	3	5	2	3
Venus Justinensis M.-E. Espèce nouvelle	3				
30. — *Michelottii* M.-E. Espèce nouvelle	1				
Tapes fabaginus M.-E. Espèce nouvelle	1				
— *virgatus* Sow. (Pull.)	3	?		?	
Psammobia aquitanica M.-E. = *Stampinensis* Dsh.	4-5	?	3	4	5
— *plana* Brongn. (Cyth?)	3		5		
35. — *protracta* M.-E. Espèce nouvelle	3				
— *Sandbergeri* Kœn	4	4		4-5	
Tellina colpodes Bay	1	3			
— *elliptica* Broc	1	2			3-4
— *Nysti* Dsh	1		3-4	3	3 4
40. — *Perrandoi* M.-E. Espèce nouvelle	4				
— *reducta* M.-E. Espèce nouvelle	1				
Thracia Crossei M.-E	1	2		2	
Corbula bijugata Sandb	1				1
— *cuspidata* Sow	3-4	3	3		

		Sta Giustina	Plus bas	Ton. Inf. Nord	Tong. Inf. Sud	Plus haut
	Corbula gibba Ol. (Tel.) = *subpisiformis* Sdb. et *deleta* Dsh.	4	4	4	5	5
	Teredo anguinea Sandb., em.	3		2		
	Natica Josephinæ Ris	2	3		2	5-4
	— *Nysti* d'Orb.	2	4	5	3	3
	— *Saccoi* M.-E. Espèce nouvelle	1				
50.	— (*Ampullina*) *crassatina* Dsh. (*Ampul.*)	5	3	4	4	3
	— — *gibberosa* Grat. = *Garnieri* Bay, var.	2	4		3	4-5
	Melania (*Bayania*) *semidecussata* Lam.	3		4-5	4	
	Cerithium Charpentieri Bast. = *Trinitense* Fuchs., var.	1			3	4
	— *trochleare* Lam., var. = *Diaboli* Brongn.	4	4	5	3	
55.	— *lamellosum* Brug., var. = *aquitanium* M.-E.	2	4-5		3	3
	— (*Potamides*) *bidentatum* Defr., var. = *gibberosum* Grat.	2	3		3	4
	— — *Lamarcki* Brongn. (*Pot.*)	2		4		5
	— — *margaritaceum* Broc. (Mur.), typus.	4	3	3	4	5
	— — — var. *monilifera*	3	3	?	3	3
60.	— — — var. *calcarata* (1)	5	?	?	?	5
	— — *plicatum* Lam.	4	5	5	4	5
	Melongena (*Myristica*) *laxecarinata* Mich^ti (Fus.)	4				
	Strombus Perrandoi M.-E. Espèce nouvelle	1				
	Nummulina Fichteli Mich^ti	3	5			3
65.	— *intermedia* d'Arch	2	5			

Si déjà un premier coup-d'œil sur cette liste nous montre le fait significatif que dix de ses espèces, à savoir les numéros 10, 13, 20, 23, 34, 39, 43, 46, 57 et 60, ne sont connues que du Tongrien du Nord ou plus haut, et manquent ainsi au Tongrien inférieur tant du sud-ouest que du sud-est de l'Europe, l'étude plus détaillée de la distribution et des rapports de certaines espèces va nous indiquer de la manière la plus sûre le chemin que ces espèces ont pris pour venir à Santa-Giustina, ou pour aller de là dans le Nord. Examinons, par exemple, de plus près, l'*Ostrea cyathula* et sa variété méridionale, l'*O. fimbriata* : Les deux fossiles ne se distinguent, comme on sait, ni par la taille, ni par la forme, ni par la charnière, ni par l'impression musculaire, et la valve supérieure,

(1) C'est sans doute par suite d'une confusion de localités de la part de M. Michelotti que M. Sandberger cite cette variété du Ligurien supérieur ou du Tongrien inférieur de Dégo, car je ne l'y ai jamais trouvée, pas plus qu'à Mioglia ou aux Carcare. Je ne connais de même le *Cerithium margaritaceum*, ni de Gaas, ni d'une autre localité ligurienne ou tongrienne du département des Landes.

en particulier, est exactement la même de part et d'autre ; type parisien n'a d'ordinaire que de trente-cinq à quarant assez larges, peu élevées, arrondies, inégales et légèrement leuses, tandis que l'*O. fimbriata* a d'ordinaire une cinquanta côtes, étroites et élevées assez égales et plus ou moins crén Or, j'ai sous les yeux un exemplaire de l'Huître de Jeurre qu lui, quarante-cinq côtes, assez étroites sur le dos et légèrem crénelées sur le côté antérieur ; j'ai, de Romainville, un *Ostrea cy thula* qui a au moins cinquante côtes, en partie très serrées ; enfi j'ai d'Aesch, près de Bâle, entr'autres, une valve d'*O. cyathula* quarante-cinq côtes, étroites et élevées, sensiblement carrées et partant plutôt crénelées qu'écailleuses, tout à fait à l'instar de maint *O. fimbriata :* l'ensemble de ces faits prouve donc à l'évidence que l'*O. fimbriata* n'est que la variété méridionale de l'*O. cyathula*, et la valve d'Aesch citée indique en second lieu, déjà à elle seule, que c'est bien le long du Jura et des Alpes occidentales qu'avait lieu la communication entre la mer du Nord et la Méditerranée de l'époque. Prenons un autre exemple, tout aussi topique : Puisque le *Tellina Nysti* n'est connu, au-dessous de l'Aquitanien, ni dans le sud-ouest, ni dans le sud-est de l'Europe, tandis qu'il est répandu dans les deux sous-étages tongriens, aussi bien du Nord que de l'Apennin ligurique, il est clair qu'il a passé de Delémont à Santa-Giustina par le canal rhodanique (1). Prenons encore *Tellina reducta* M.-E. L'espèce n'est, à vrai dire, qu'une variété extrême et rabougrie du *Tellina Nysti*. Or, c'est justement à Neucul, près de Delémont, que ce dernier présente des spécimens plus courts en arrière que le type. Prenons enfin *Tellina Perrandoi* M.-E. : l'on peut dire que c'est la variété du climat chaud du *T. Raulini*, puisqu'il ne s'en distingue que par sa taille un peu plus forte et par sa largeur. Or, le *T. Raulini* n'est connu que du Tongrien inférieur de Mayence et de Paris. Et comme si toutes ces données ne suffi-

(1) Les grandes différences de faunes et de roches que présentent chacun des sous-étages inférieurs du Londinien, du Parisien et du Bartonien sur les deux versants des Alpes centrales prouvent absolument que cette partie de la chaîne était, à ces époques, déjà assez haute pour empêcher la mer de la traverser. De même, l'absence du flysch sur le versant italien des Alpes, depuis le Mont-Viso jusqu'au Bassanais, indique sans doute l'existence de la même barrière à l'époque ligurienne inférieure. Enfin, les particularités du Tongrien inférieur du bassin du Pô sont trop extraordinaires pour qu'il soit permis d'admettre que la mer du Nord de l'époque ait traversé les Alpes suisses et piémontaises. Quant aux petits dépôts liguriens supérieurs du pied du Pilate (Eigenthal) et de Kufstein (Oberaudorf), je suis intimement persuadé qu'ils proviennent d'un bras de mer basse qui contournait les Alpes par l'Est.

ns, je puis encore annoncer que je connais maintenant du nc du pied du Salève cité par M. M. Favre à la réunion de été géologique de France à Genève, en 1875, en outre de reux *Cerithium plicatum*, de nombreux *Corbula subpisiformis*, elques empreintes étirées qui ne peuvent guère appartenir *Cytherea incrassata*, jalonnant ainsi, jusque dans la vallée du one, le canal jurassique de la mer tongrienne. Par les démons- tions que je viens de faire, je pense avoir prouvé aux géologues s plus exigeants qu'à l'époque tongrienne inférieure la mer du Nord communiquait directement, c'est-à-dire à travers la partie ouest du centre de l'Europe, avec le bassin méditerranéen, tout comme elle l'avait, du reste, déjà fait aux premières époques des quatre derniers des âges nummulitiques précédents.

Constitution du Tongrien supérieur ou Langonin.

Zone Nord (1). — En se retirant de nouveau du nord de l'Allemagne, de la Belgique et du nord de la France, la mer laissa remplis les trois bassins réduits de Mayence, de Paris et de Rennes, bassins plus ou moins vite complètement clos, dans lesquels la faune, tout en gardant un nombre considérable d'espèces du Tongrien inférieur, ne tarda pas à se modifier par ses nombreuses pertes, ainsi que par l'arrivée ou le développement d'espèces des eaux douces et des eaux saumâtres. En effet, l'âge tongrien supérieur des marnes à *Cyrènes* de Mayence, en premier lieu, est fixé par leur faune marine toute tongrienne, par leur transition lente au Tongrien inférieur sous-jacent ; enfin, par leur identité de position avec les sables d'Ormoy, sans parler de l'abondance, de part et d'autre, du *Cerithium Lamarcki* et du *Bythinia Dubuissoni*, espèces caractéristiques du Tongrien supérieur, au moins par le grand développement qu'elles y ont pris. Il va de soi, de même, que les sables d'Ormoy constituent le niveau supérieur du Tongrien, puisqu'ils sont, eux aussi, recouverts par l'Aquitanier inférieur à *Helix Ramondi*. Quant au calcaire blanc de la Chausserie et de Saint-Jacques près de Rennes, la preuve qu'il dépend du Tongrien supérieur est encore bien facile à donner. D'abord il en a

(1) Voyez Sandberger, loc. cit., p. 432. — Lepsius, loc. cit., p. 78. — Meunier, loc. cit., p. 340 (Dans cette coupe, le Tongrien supérieur commence avec la couche n° 2 et finit avec la couche n° 4). — De Lapparent, loc. cit., p. 1169. — Tournouër, in *B. S. G. F.*, 2e série, 1868, p. 367.

les deux espèces les plus caractéristiques, à savoir : le *Basteroti* (1) et le *Cerithium Lamarcki* ; ensuite il repose marnes bleues, à *Natica crassatina* et *N. angustata*, du Tongrie rieur, et de plus, sa faune compte un grand nombre d'espèces plus caractéristiques du Tongrien supérieur du sud-ouest de la Fr que du Tongrien inférieur de cette contrée. Et du reste, ce calc marin passe, à la Chausserie, vers le haut, à un calcaire lacust dont l'âge ne peut pas être plus récent que l'Aquitanien inférieu

Zone sud. — Dans l'Aquitaine, abstraction faite de Biarritz, l Tongrien supérieur se distingue du Tongrien inférieur, d'abord par certaines espèces caractéristiques et communes, telles, avant tout, le *Cardita Basteroti* et le *Cerithium Charpentieri*, puis, par l'apparition ou la réapparition d'un certain nombre d'espèces soi-disant miocènes (sensu primitivo), telles : *Lucina columbella, L. incrassata, Lutraria latissima, L. sanna, Protoma cathedralis, Turritella Desmaresti, Xenophora Deshayesi, Natica helicina, Cerithium calculosum*, etc. Sous ces deux rapports, la faune du calcaire à Astéries supérieur du département de la Gironde (Bourg, Castillon, Léognan, la Brède, Saint-Morillon, Langon) a beaucoup de ressemblance avec celle des marnes *sableuses* bleu clair ou grisâtres de la métairie du Tartas, à Gaas, qui surmontent les marnes bleues *argileuses*, tongriennes inférieures, du même endroit et des environs. Or, la roche déjà un peu siliceuse, dans l'est de la Gironde, aussi bien que les fossiles plus abondants, démontrent que ce Tongrien supérieur de l'Aquitaine s'est, lui aussi, déposé dans une mer moins profonde qu'elle ne l'était immédiatement auparavant.

Il est sans doute plus difficile de reconnaître à Biarritz et d'y limiter le Tongrien supérieur, vu que, en opposition avec les dépôts du golfe girondin-landais de Gaas-Lesperon, les sédiments du Tongrien de la ville balnéaire se sont formés dans un bassin vaste et profond, où la diminution de hauteur de la colonne d'eau n'a eu d'influence sur eux que dans le voisinage de l'ancienne côte. En admettant néanmoins comme vraisemblable que le Tongrien supérieur existe encore à Biarritz, le mieux sera, je pense, de le faire commencer au phare et tout en bas du cap, là où les bancs calcareo-

(1) L'identité spécifique de *Cardita Basteroti* et *C. Bazini* de Deshayes est trop importante, au point de vue de la Stratigraphie, pour que j'omette d'affirmer ici que l'étude réitérée de mes nombreux et beaux matériaux concernant les deux soi-disant espèces m'a donné chaque fois la preuve flagrante que l'une n'est qu'une très légère variété de l'autre, et que de part et d'autre, il y a des individus parfaitement identiques.

dominent déjà de beaucoup sur les marnes bleues inter-

s ce que j'ai rappelé ci-dessus au sujet du Tongrien supé-
de la Provence, je n'ai plus à m'en occuper ici et je puis en
au dernier paragraphe de ma démonstration stratigraphique,
xposition concluante des caractères du sous-étage dans la
te-Italie.

Sans m'arrêter à citer tout au long la belle et curieuse faune élangée des poudingues roux de Santa-Giustina, je rappellerai eulement que déjà le faciès pétrographique du dépôt prouve, une fois encore, qu'ici aussi la mer tongrienne a dû beaucoup perdre en profondeur au début de la seconde époque, et je ferai remarquer en passant que cet amas de poudingues, par son contraste avec les calcaires blancs ou les marnes calcaires grises de l'autre côté de l'Apennin, prouve que le bassin de Santa-Giustina était, à la nouvelle époque, séparé de celui du Piémont; et j'en arrive aux données prégnantes qu'offre de nouveau à ma thèse la constitution du Tongrien supérieur piémontais et vicentin.

Comme je l'ai montré, tant sur ma carte géologique de la Ligurie centrale, exposée à Paris en 1878, que dans les deux notices à son sujet (1), il y a tout le long de l'Apennin piémontais, au-dessus de la masse homogène du Tongrien inférieur, comme un ruban et quelquefois comme un mur de soubassement d'une roche toute différente, dure tout à coup, mais de constitution très variable, à savoir : tantôt à bancs de mollasse et lits de poudingues (Arquata); tantôt calcaire et blanche ou grise, à grains verts (environs d'Acqui), riche alors en *Nullipores;* tantôt marno-schisteuse, à concrétions gréseuses multiformes (environs de Dégo, de Spigno, etc.); cette roche sépare ainsi de la manière la plus claire la masse sous-jacente de l'énorme masse, à alternances interminables de bancs de mollasse et de marne, qui constitue l'Aquitanien de la Ligurie et du Haut-Monferrat. Or, ce niveau stratigraphique, par ses roches toutes à faciès littoral, aussi bien que par ses fossiles en maints endroits aussi nombreux que variés, porte, lui aussi, le franc cachet d'une époque de mer peu profonde. Mais ce Tongrien supérieur subapennin, en même temps qu'il reflète si bien les circonstances nouvelles dans lesquelles à eu lieu son dépôt, offre aussi, sous le rapport paléontologique, un intérêt particulier. Et d'abord, il pos-

(1) Sur la carte géolog. de la Ligurie centrale (*B. S. G. F.*, 2e sér., t. V, 1877). — Zur Geologie des mittl. Ligurien. (*Vierteljahrsschr. Zürcher. naturforsch. Gesellsch.*, 1878).

sède un bon nombre d'espèces plus anciennes, telles : *Nu*
Fichteli (1) Mich^ti (Acqui-M^te Cavatore), *Ostrea gigant*
(Arquata), *Pecten arcuatus* Broc. (Molare), *P. deletus*
(Visone, Acqui-M^te Cavatore), *Pectunculus bormidianus* M.-E. (A
P. Brongniarti M.-E. (Acqui-M^te Cavatore), *Trigonocelia Gola*
Nyst. (Arquata), *Cytherea incrassata* Sow. (Acqui), *Tellina N*
Dsh. (Sale), *T. subrotunda* Lam. (Sale), *Thracia Crossei* M.
(Acqui), *Natica auriculata* Grat. (2) (Acqui-M^te Cavatore), *Nati*
Nysti Dsh. (Arquata), etc.; ce qui prouve, certes, que c'est bie
encore du Tongrien. Mais, outre ces espèces, on en rencontre u
certain nombre d'autres se trouvant à ce niveau pour la première fois, ou plus communes plus haut que plus bas, telles : *Lima miocænica* Sism. (Visone), *Arca Fichteli* Dsh. (Acqui, Arquata), *Thracia pubescens* Pult. (Acqui-M^te Cavatore), *Dentalium Bouei* ? Dsh. (Arquata), *Ficula Burdigalensis* Sow. (Molare), etc. C'est donc exactement le même mélange d'espèces nummulitiques et d'espèces mollassiques, en moindre nombre, que nous a déjà offert le Tongrien supérieur du sud-ouest de la France. Et comme personne ne songe à placer le calcaire à *Astéries* supérieur dans l'Aquitanien, c'est à grand tort que quelques géologues italiens y ont englobé son analogue du Piémont, sans tenir compte au moins de la grande différence de roches qui existe entre les quelques mètres de ce dépôt et les centaines de mètres de l'Aquitanien qui y succèdent.

Mais si le calcaire à *Nullipores* des environs d'Acqui et sa prolongation à l'ouest et à l'est représentent le Tongrien supérieur, il doit nécessairement en être de même de celui du Vicentin, puisque celui-là occupe une position identique, c'est-à-dire puisqu'il succède immédiatement aux couches de Castelgomberto, comme à Bocca d'Oro, près de Monteviale et à San Michele, près de Bassano. Au surplus, ici aussi la faune parle en faveur d'un dépôt nummulitique. Et d'abord, les deux espèces les plus communes des couches dites de Schio, le *Lithothamnium torulosum* Gumb. et le *Pecten deletus* Mich^ti, sont les mêmes qui abondent aux environs d'Acqui. Il y a, en outre, dans ces couches de Schio, au moins trois espèces essentiellement nummulitiques, à savoir : à côté du *Pecten deletus*

(1) N'ayant, dans mes longues recherches, jamais trouvé de *Nummulines* dans l'Helvétien inférieur de la colline de Turin, je crois pouvoir affirmer que le *N. Fichteli*, que M. Michelotti en cite, provient du Ligurien supérieur de la contrée.

(2) C'est par erreur que Grateloup donne comme gisement de cette espèce le Langhien de Saint-Paul ; elle ne se trouve, dans les Landes, qu'à Gaas. Des erreurs semblables sont nombreuses dans l'Atlas de Grateloup.

raît dans le Ligurien supérieur, à Dégo, le *Pecten corneus* le gros *Teredo Tournali* Leym. Quant aux autres espèces ement connues de ces gisements : *Scutella subrotunda* Lam., olampas conicus* Laube, *Clypeaster Michelottii* Laube, *Cl. pla-* Micht*i*, *Cl. regulus* Laube, *Cytherea incrassata* Sow., *Venus* , Gmel., *Thracia pubescens* Pult., *Xenophora extensa* Sow., *Turri-a Sandbergeri* M.-E., elles remontent toutes des terrains nummuliques, lorsqu'elles ne sont pas locales. Dès lors, il est à peine esoin de rappeler qu'il y a plusieurs espèces de *Scutelles* et de *Clypéastres* nummulitiques, et qu'entr'autres le *Scutella subrotunda* et le *Clypeaster placenta* apparaissent dès le Ligurien supérieur du Piémont, pour détruire la légende que le calcaire à *Nullipores* du Vicentin inaugure le système mollassique, lui qui n'a aucune ressemblance avec l'Aquitanien de quelque contrée que ce soit.

Je répète donc ce que j'ai déjà dit ailleurs : Les étages Aquitanien, Langhien et Helvétien, partie inférieure, manquent dans le Vicentin et ce n'est qu'à partir de l'Helvétien moyen (mollasse à nombreuses dents de *Squales*), qui, aux environs de Bassano, recouvre les couches de Schio, que reprend, dans la Vénétie, la série des dépôts tertiaires.

Nomenclature stratigraphique.

Aucun des soixante-six étages à distinguer aujourd'hui dans la série purement sédimentaire n'a une nomenclature aussi embrouillée que les deux étages dont il est ici question. Sans parler de la terminologie surannée, où les limites assignées aux groupes Eocène, Oligocène et Miocène varient presque suivant chaque auteur qui l'adopte et chaque bassin géologique (1), la nomenclature uniforme et homophone, introduite dans la Géologie par Alexandre Brongniart et généralisée par Alcide d'Orbigny, nous offre elle aussi, au sujet du Ligurien et du Tongrien, une synonymie assez compliquée. Si nous remontons à la source de cette complication, nous la trouvons en la nomenclature employée par Dumont, dans sa carte géologique, pour ses « étages » locaux et qui, pour la plupart, se trouvent mal délimités. C'est que cette nomenclature, n'ayant de prime abord pas eu d'autre destination que celle de fixer dans la mémoire

(1) Voyez entr autres De Lapparent, Traité de Géologie, 1885, p. 1164. — Fontannes, cité au n° 21.

TABLEAU des principaux

	N. DE LA FRANCE	BELGIQUE	
Langonin	Grès de Fontainebleau; sables à *Cardita Basteroti* et calcaire d'eau douce d'Ormoy. Calcaire à *Cardita Basteroti* des environs de Rennes.	—!	M *m* ro la Gran
Rupelon.	B. Sables blancs entre Etampes et Ormoy. A. Sables fossilifères, dits de Fontainebleau. Marne bleue, à *Natica crassatina* des environs de Rennes.	B. Argile à *Leda Deshayesi* de Boom, Bæsele, Rupelmonde. A. Sables de Berg, Klein-Spauwen, Vieux-Jonc, etc.	B. Argile *hayesi* d de Mayenc *Amphisyle* A. Sables fo des environs yence. Marnes caires tongrien environs de Bâle lémont, Porrent Neuchâtel et Genè
Henisin	Calcaire d'eau douce et meulières de la Brie. Marnes vertes ou jaunes, à *Cyrena semistriata*, de Montmartre, etc. Gypse supérieur de Montmartre, etc.	Argile verte et sables fins, à *Bythinia Duchasteli* et *Cyrena semistriata*, de Hénis, Vieux-Jonc, Vliec. Klimmen, etc.	Calcaire à *Bythinia Duchasteli* de Therwyl, près de Bâle.
Lattorfon.	Gypse moyen et inférieur avec lits de marnes à faune mélangée d'espèces bartoniennes et d'espèces tongriennes, de Montmartre, la place de l'Europe, Argenteuil. Calcaire de Ludes, près Reims.	Sables glauconifères, à *Ostrea ventilabrum*, etc., des environs de Bruges, Louvain, Termonde, Hasselt, Saint-Trond, Tirlemont, etc.	Terrain sidérolitique supérieur, à *Palæotherium*, du Jura bernois et soleurois.

entre de l'Europe.

	S.-O. DE LA FRANCE	PROVENCE	HAUTE-ITALIE
	Calcaire à *Astéries* supérieur à *Cardita Basteroti*. Marnes sableuses de Gaas, à *Cardita Basteroti*. Mollasse supérieure de Biarritz.	Calcaire d'eau douce, à *Bythinia Dubuissoni*, du Vaucluse, des Bouches-du-Rhône et des Basses-Alpes (Barrême et Castellane).	Poudingues roux, à *Cardita Basteroti*, de Santa-Giustina. Calcaire à Nullipores d'Acqui, etc. Calcaire à Nullipores (couches de Schio) du Vicentin.
Leda Des- gile à sep- u nord de gne. ès roux ou e Stettin, Neu - Magdebourg, ig, Sœllingen,	Calcaire à Astéries inférieur et marnes bleues, à *Natica crassatina*, de la Gironde. Marnes bleues de Gaas, Cazordite, Lesperon. Marnes bleues, à bancs gréseux, du Casino au Phare, à Biarritz.	Marnes supérieures à peu près sans fossiles, des environs d'Aix, Apt, Manosque, Pertuis. Marnes marines supérieures de Barrême. Marnes bleues à *Ostrea Brongniarti*, de Castellane.	Marnes à *Natica crassatina* de Sta-Giustina et de Sassello. Marnes gris clair - verdâtre, pauvres en fossiles sauf à leur base, de l'Apennin piémontais et du Bas-Monferrat. Couches dites de Castelgomberto, du Vicentin, etc.
— !	Calcaire du Fronsadais; à *Bythinia Duchasteli*. Marnes à *Palæotherium* de Bonzac. Sables à *Numm. intermedia* et *Fichteli* du Tuc du Saumon, de Lesbarritz et de Biarritz. Falun blanc de Lesbarritz, à Gaas.	Calcaire à *Cyrena semistriata*. Calcaire à *Bythinia Duchasteli* des environs d'Aix, Apt, Manosque, Pertuis, etc. Grès à *Numm. Fichteli* et *intermedia* de Branchai. Grès jaune de Barrême. Mollasse jaune de Castellane.	Poudingues et Mollasse serpentineuse inférieure de l'Apennin ligurique et du Bas-Monferrat. Tuf basaltique de Gnata, Montechio-Maggiore, Sangonini, Soglio di Brin, etc.
Sables glauconifères, à *Ostrea ventilabrum* du nord de l'Allemagne. Grès ferrugineux, à *Ostrea ventilabrum*, des environs de Kœnigsberg.	Mollasse du Fronsadais. Marnes inférieures de Civrac. Grès à *Chondrites Targionii* de Très Pots-Cachaou, à Biarritz.	Marnes noires d'Aix. Argile et sables gypseux d'Apt. Flysch des Hautes-Alpes, des Basses-Alpes (Barrême, Castellane) et des Alpes-Maritimes, (de Puget, La Mortola), etc.	Macigno, à *Chondrites intricatus* et *Ch. Targionii*, de l'Apennin, à bancs calcaires fossilifères, dans le Bas-Monferrat. Grès et poudingues de Laverda et de Valrovina, près Bassano.

la série des dépôts tertiaires de la Belgique, ne fut point pagnée de listes de fossiles au moins suffisantes pour permet géologues non belges de reconnaître de suite chez eux les n distingués ; et, défaut encore plus grave, Dumont ne lui a aucune synonymie propre à fixer dans l'ordre chronologique g ral les niveaux qu'il distinguait. Or, de ces faits, il résulte l'instar d'un nom d'espèce sans diagnose, ses noms d' « étage n'ont aucun droit à la priorité.

Quoi d'étonnant dès lors que d'Orbigny, n'ayant pour se guide en Belgique que l'ouvrage paléontologique de Nyst (1), où le Tongrien est constitué par le Tongrien supérieur, le Rupélien inférieur, le Rupélien supérieur et le Boldérien de Dumont, adopta, dans son Prodrome de Paléontologie, le nom de Tongrien pour le Miocène inférieur d'Elie de Beaumont. Et c'est ainsi que, pendant près de quarante ans, ce terme et sa signification précise ont été admis par les écoles géologiques de France et de Suisse, et le seraient encore pour longtemps, si la découverte de la loi cosmique des étages n'était pas venue mettre de l'ordre, à ce sujet aussi.

Je fus donc, de mon côté, dans mon plein droit lorsque, en 1857, je proposai le nom d'étage Ligurien pour les dépôts intermédiaires entre le Bartonien et le Tongrien, tel qu'on le comprenait alors, en repoussant le terme d'étage Sextien, employé par E. Dumas puis par M. de Rouville, pour les assises à peu près du même âge, pour les raisons suivantes : d'abord, parce qu'en bonne logique, le type d'un étage doit être un dépôt marin ; ensuite, parce que ce terme est trop savant ; enfin, parce que le Sextien de Dumas comprenait plus de Tongrien que d'autre chose (2) et que, même aujourd'hui, personne ne sait au juste quelles sont à Aix les couches qui lui appartiennent certainement (3). Or, tout au contraire, il y a peu de noms d'étages aussi caractéristiques et excellents que celui de Ligurien, puisque ses deux sous-étages réunis dominent infiniment sur les autres étages représentés en Ligurie.

Maintenant, s'il résulte des faits stratigraphiques mieux fixés que le Tongrien de d'Orbigny, comprenant les trois sous-étages de Hénis, de Rupel et de Langon, doit être réduit aux deux derniers, il n'en est pas moins de toute justice de conserver ce nom à l'étage, au lieu de le remplacer par le terme de Stampien, comme le font

(1) Description des Coquilles et Polypiers des terr. tert. de la Belgique, p. 646.

(2) Fontannes, loc. cit., p. 134.

(3) Fontannes, id. p. 116 et suivantes.

quelques géologues ; et la preuve, c'est que personne ne songe à remplacer par un nouveau terme le nom de Sinémurien, parce que l'étage primitif a été amputé du tiers inférieur, qui a passé au Rhétien, de même que personne ne voudra changer le nom de l'avant-dernier étage jurassique, sous prétexte qu'il faut distraire de celui-ci le sous-étage Virgulien, pour en faire du Portlandien inférieur. C'est donc au nom de la Science, c'est-à-dire de l'ordre et de l'internationalisme dans la Géologie, que je prie les géologues belges de se soumettre à la nécessité, en employant à l'avenir les termes de Ligurien et de Tongrien dans le sens nouveau pour eux, mais absolument logique, que ces noms ont désormais acquis. Sans doute, il leur sera pénible, non seulement de s'habituer à la signification nouvelle pour eux du mot Tongrien, mais de refaire à ce sujet une grande quantité d'étiquettes (1) ; mais qu'ils s'y résignent, puisqu'ils seront bien aussi forcés d'abandonner le terme de Wemmélien, synonyme tardif de mon étage Bartonien, de ne plus distinguer le Panisélien, terme qui ne s'applique qu'à un demi sous-étage, et de fondre sous le nom de Parisien, leur Bruxellien et leur Lækenien (2). Et de fait, à quoi bon nos congrès géologiques internationaux, si là comme en dehors d'eux, nous ne nous décidons pas à adopter une terminologie internationale, c'est-à-dire identique, juste, exacte et commode ?

Le Tongrien inférieur d'Egypte

C'est pendant mon premier séjour au Caire, durant l'hiver de 1885-86, que, frappé par l'analogie fortuite des concrétions multiformes du Saharien inférieur du pied du Mokattam avec celles du Tongrien supérieur de la vallée de la Bormida, en Piémont, je fis des recherches et découvris, dans la sablière qui faisait face à la mosquée de Kaït-Bey, du véritable Tongrien sous la forme d'un banc de grès calcaire brunâtre, riche en fossiles d'eau douce mélangés avec quelques espèces de genres marins (3). Si, au premier abord, influencé

(1) Parmi les ennuis des collectionneurs, le plus grand, en cette fin de siècle, est sans contredit la nécessité fréquente de refaire les étiquettes, à cause des changements des noms de genre qui viennent s'imposer. Eh ! bien, il faut en prendre son parti et travailler.

(2) Tout en conservant, je ne demande pas mieux, le nom de Lækenien pour le sous-étage parisien supérieur, en remplacement du terme de Grignonin, terme mal choisi, puisqu'il s'est vérifié que les couches qui affleurent à Grignon n'appartiennent qu'aux Calcaires grossier inférieur et moyen.

(3) Mayer-Eymar. Zur Geologie Egyptens, p. 20 (*Vierteljahrsschr. Zürch. naturforsch. Gesellsch.*), 1886.

par le voisinage immédiat de ce dépôt et des concrétions, je m'en trompai sur son âge exact, j'eus dès l'automne suivant l'occasion de rectifier ma première impression, en étudiant mieux la nature et les relations des couches environnantes et en recueillant un plus grand nombre de fossiles dans le grès tongrien. Aussi, dès que j'eus corrigé les épreuves de mon ouvrage sur les fossiles des environs de Thoune, je m'occupai de la rectification que demandait ma première notice, et j'ai publié cette rectification au commencement de 1889 (1).

Dans cette seconde notice sur la Géologie de l'Egypte, j'ai pu citer et figurer dix-huit espèces de Mollusques recueillis dans le banc de grès en question, à savoir : 1. *Astarte ? plicata* Mer. (1) ; 2. *Cyrena Cairensis* M.-E. (3-4) ; 3. *Cyrena Dawsoni* M.-E. (2) ; 4. *Tellina* (*Arcopagia*) *Heberti* Dsh. (3) ; 5. *Tellina ? Fridolini* M.-E. (1) ; 6. *Tellina Nysti* Dsh. (2) ; 7. *Syndosmya sufficiens* M.-E. (1); 8. *Mactra Forbesi* M.-E. (3) ; 9. *Corbula Sandbergeri* M.-E. (2) ; 10. *Hydrobia dactylodes* Sdb. (4.-5.) ; 11. *Hydrobia Nysti* M.-E. (5) ; 12. *Melanopsis subcarinata* Morr. (4-3) ; 13. *Melanopsis subulata* Sow. (2-4) ; 14. *Melania Nysti* Du-Chât. (4) ; 15. *Potamaclis turritissima* Forb. (1) ; 16. *Pupa Schweinfurthi* M.-E. (2); 17. *Pupa tongriana* M.-E. (1) et 18. *Helix Cairensis* M.-E. (2).

« Or, disais-je, il n'y a guère de faunule fossile qui permette de tirer de son gisement et de sa composition tant et de si importantes conclusions que celle-ci. En effet, il est d'abord clair qu'elle appartient au Tongrien inférieur, puisqu'au moins six de ses espèces (les numéros 4, 6, 10, 13, 14 et 15) sont de cette époque et qu'il ne peut être question d'en retrouver un jour la plupart, mêlées à quelques-unes des espèces nouvelles, soit dans le Ligurien supérieur du Nord, en compagnie des *Melanopsis subcarinata* et *Melania Nysti* qui y apparaissent, soit dans le Tongrien supérieur ou l'Aquitanien inférieur, à côté du *Tellima Nysti* qui y remonte. En second lieu, le mélange des espèces indique un dépôt de delta, puisqu'il ne compte que six espèces marines (les numéros 1, 4, 5, 6, 7 et 8) vis-à-vis de huit espèces des eaux douces (les numéros 2, 3, 10, 11, 12, 13, 14 et 15). Le grand nombre relatif des espèces terrestres (six exemplaires trouvés dans moins d'un mètre cube de roche) prouve, en troisième lieu, que dès l'époque tongrienne première, la vallée du Nil était sujette à des inondations de la part du fleuve. En somme, notre faunule démontre qu'à l'époque qu'elle indique, la Méditerranée baignait le pied du Mokattam et que le Nil ou tout au moins un de ses bras se déversait là dans la mer.

(1) Uber das Tongrian von Cairo (Egypten) (Eodem loco, 1889, p. 191).

Mais notre faunule nous amène à des conclusions bien plus importantes et tout aussi évidentes : Tandis que ses éléments marins viennent corroborer le fait que la mer du Nord tongrienne première communiquait avec la Méditerranée directement, c'est-à-dire à travers l'ouest de l'Europe centrale et non pas seulement en contournant l'ouest de l'Europe, l'origine de ses espèces fluviatiles demande naturellement une explication à part. Pour toutes sortes de raisons, en effet, il faut nier la possibilité que ces mollusques d'eau douce, *Melanopsis subulata, Melania Nysti, Hydrobia dactylodes* et *Potamaclis turritissima*, se soient propagés peu à peu et par terre (bien entendu à l'aide des animaux vertébrés) de l'île de Wight et d'Anvers jusqu'au Caire. Il nous faut donc admettre qu'ils ont été transportés du Nord de l'Europe en Egypte par des oiseaux hydrophiles émigrants, collés à l'état d'œuf ou à peine éclos, avec des particules de vase, à leurs plumes, pieds, becs ou crins du col, ou de toute autre manière. Or, de ce que certains oiseaux des ordres des Grues, Cigognes et Lamellirostres émigraient à l'époque en question, de l'Europe en Afrique, il ressort que dès cette époque, les cours d'eau et marais de l'Europe ne leur livraient point la nourriture en hiver, c'est-à-dire, que cette saison était déjà froide chez nous, à savoir même si elle n'était pas plus froide qu'actuellement, par suite de la grande extension de la mer du Nord. Ces conclusions sont du reste corroborées par la faune marine du Tongrien inférieur du Nord. Cette faune est en effet pauvre en espèces ; elle est singulièrement uniforme; elle compte beaucoup de petites espèces et fort peu de grosses ; enfin, elle possède déjà beaucoup de types septentrionaux, tels : les Astartes, les petites Cardites triangulaires, les Saxicaves, les Cyprines, les Trophons, les Buccins. Elle a donc déjà le cachet de faune septentrionale. Si nous mettons en regard de ces faits ces autres remarques, qu'à l'île de Wight les calcaires d'eau douce de Headon-Hill, Tottland et Colwell Bay, avec leurs Mollusques analogues à des espèces récentes des Indes, (*Planorbis euomphalus, Limnæus fusiformis, longiscatus, pyramidalis* etc.) appartiennent au Bartonien supérieur (Lower Headon) et au Ligurien supérieur (Upper Headon), tandis que la faune alternativement marine et saumâtre du Ligurien inférieur (Middle Headon), présente les mêmes caractères de décrépitude, pour ainsi dire, que la faune du Tongrien inférieur, nous obtenons une nouvelle confirmation de la loi des étages, dont la conséquence est que chaque seconde époque d'un âge géologique a dû se distinguer de la première, non seulement par des mers plus restreintes, mais encore, et ceci en est

sans doute en partie une conséquence, par un climat plus chaud même bien avant la fin de la période nummulitique. »

Tel était l'état de nos connaissances, au sujet du Tongrien inférieur d'Egypte, lorsque, l'année dernière, j'eus l'occasion de continuer mes recherches sur ce terrain. Si déjà la seconde notice de M. Schweinfurth sur la Géologie des environs du Fayoum (1) m'avait convaincu que certaines des assises « miocènes », observées par lui sur les hauteurs à l'ouest de Dimé, devaient être tongriennes, sa notice suivante parue en 1889 (2) m'intrigua à un tel degré, par la citation de fossiles dans les mêmes collines « miocènes », à l'ouest des Pyramides de Ghizeh, qu'à mon retour du voyage d'occasion à Assouan, je m'empressai de faire, moi aussi, une excursion dans l'ouest des Pyramides.

Malheureusement, lorsque j'arrivai aux collines en question, (localité fossilière que je nomme les collines de Sandberger), le vent du nord-ouest, fort et froid, qui s'était levé la veille, était accompagné d'ondées à l'avenant, de sorte que je ne pus que fixer à la hâte la position de la couche fossilière et recueillir quelques échantillons de roches, sans m'attarder à faire la coupe du gisement. Heureux néanmoins, mais non satisfait du résultat de ces premières recherches, je refis l'excursion en avril et j'eus alors le loisir d'étudier comme il faut l'intéressante localité nouvelle et d'y recueillir, en trois endroits, une assez grande quantité de fossiles, tous à l'état de moules il est vrai, mais cependant presque tous déterminables. Or, parmi une douzaine de formes différentes, je reconnus de prime abord les trois types tongriens *Tellina Nysti* Dsh., *Psamnobia aquitanica* M.-E. et *Natica crassatina* Dsh. (*Amp*^{na}), réunis au surplus dans un banc analogue au banc de Tongrien inférieur du Caire, de sorte qu'à ma grande joie, mes prévisions se trouvèrent justifiées par les faits. Voici maintenant la description stratigraphique de la nouvelle localité :

Les collines de Sandberger, à une vingtaine de kilomètres à l'ouest des grandes Pyramides, ont pour type la colline à laquelle M. Schweinfurth a donné le nom de « Walther-Hugel », colline en forme de pyramide tronquée qui, à l'instar d'un chef, domine d'environ un mètre et a sa place isolée à une centaine de mètres au

(1) G. Schweinfurth, Reise in das Depressionsgebiet im Umkreise des Fajum, im Januar 1886 (*Zeitschrift des Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*. Bd. 21, Heft 2, p. 141).

(2) G. Schweinfurth, Uber die Kreideregion bei den Pyramiden von Gizch. (*Petermanns Mittheilungen* 1889, Heft. 2).

rd de la chaîne. Large à la base et du côté de l'est d'environ uarante mètres, cette colline n'a guère que seize mètres de haut et non vingt-et-un que lui attribue M. Schweinfurth) et se compose des assises suivantes, mesurées par à peu près, au bâton de quatre-vingt-dix centimètres :

En bas et se perdant dans le sable du désert : 1° trois mètres visibles d'argile sableuse tendre, de couleur rouge de tuile; 2° deux mètres de sable fin ou argileux, couleur lie de vin; 3° deux mètres et demi d'argile sableuse, bleu-verdâtre clair, avec un ruban de sable rouge au-dessous du milieu; 4° un mètre et demi de marne sableuse *fossilière*, de couleur jaune foncé, à parties concrétionnées, calcaréo-gréseuses, blanchâtres et jaunâtres, légèrement tachetées de brun et à fentes remplies de petites concrétions blanchâtres; 5° un mètre de beau sable rose; 6° un mètre dix de sable gris clair; 7° un mètre et demi de sables multicolores, en minces couches jaunâtres, violettes, blanches et bleu clair; 8° deux mètres cinquante ou soixante de tuff brun et gris-verdâtre, à taches ou ponctuations brunes et à petits biscayens de dolérite; 9° le sommet du tertre est formé par un demi-mètre et moins de basalte, caractérisé par ses nombreux cristaux d'olivine et d'augite comme de cette variété qui s'appelle la dolérite.

Cette série de couches horizontales se répète, naturellement, dans les collines voisines, avec cette différence que la base est encore plus ensablée et que la cime de dolérite est souvent entamée ou affaissée, par suite de l'érosion, de manière que ses débris recouvrent par place, à peu près directement, la couche fossilière. Celle-ci, du reste, paraît être également riche sur plusieurs points, et si, à la colline de Walther, elle abonde en *Lucines*, elle offre, plus au sud, de nombreuses *Tellines* et possède en ces endroits quelques Gastropodes d'au moins trois genres différents. Voici, du reste, la liste provisoire des espèces que j'ai recueillies dans cette assise n° 4, sans parler des empreintes et moules de coquilles sur ou dans les parties dures de la roche :

Tellina Espèce nouvelle, du Parisien supérieur de Branchai (Bass.-Alp.), de Grancona (Vicentin) et du Bartonien inférieur d'Allons (Bass.-Alp.). Un exemplaire.
— Espèce nouvelle. Onze exemplaires.
— *Nysti* Dsh. Deux exemplaires.
Psammobia aquitanica M.-E. Cinq exemplaires.
Cytherea ? Un exemplaire.
Lucina Espèce nouvelle. Vingt-deux exemplaires.
— Une ou deux espèces, pour le moment indéterminables.

Cardita ? Un exemplaire.
Turritella rotifera Lam. Un exemplaire.
Natica (Ampullina) crassatina Dsh. Un exemplaire.
Cerithium (Potamides). Un exemplaire.

Comme on sait, et je le répète, trois des espèces certaines de cette faunule appartiennent au Tongrien inférieur du Nord; de plus, ces espèces ne se trouvent nulle autre part que là réunies en même abondance. Si, à ces faits, nous ajoutons que notre assise fossilière est, dans ses parties endurcies, assez semblable au banc dur, à fossiles tongriens, des Tombeaux des Chalifes et que, de part et d'autre, l'assise en question surmonte la même série de couches marno-sableuses versicolores, rien n'est plus certain que l'âge géologique du nouveau dépôt marin.

Cela posé, il reste d'abord à savoir où placer, vers le haut de notre coupe, la limite du Tongrien inférieur. Il me semble que le fait que la roche à fossiles est tachetée par place de brun-verdâtre vient nous renseigner à cet égard. Il est, en effet, tout naturel de considérer ces petites taches comme le produit de cendres volcaniques tombées dans la mer, ou de parcelles de tuf volcanique détachées par les vagues d'un cône sous-marin. Or, comme ces produits se répètent et se développent dans le tuf qui supporte la dolérite, toute la partie supérieure de nos collines doit être de même âge géologique, c'est-à-dire appartenir au Tongrien inférieur.

Mais à cela ne se bornent pas les conclusions à tirer de notre nouveau gisement. Il résulte en effet, en premier lieu, de l'inspection sommaire de la contrée un peu à son sud-est, que les collines abruptes qui surgissent de la plaine, le Kum-el-Chachaf et nécessairement aussi le petit massif derrière ce monticule auquel Schweinfurth a donné le nom de collines de Whitehouse, sont, elles aussi, composées de couches horizontales, sableuses et versicolores, couronnées, en partie au moins, par un banc de dolérite. Il ressort, en second lieu, assez clairement des observations de M. Schweinfurth sur les hauteurs qui séparent le lac du Fayoum de la plaine libyque, à l'ouest de Dimé, que là aussi une série de couches marno-sableuses et versicolores est terminée par une masse siliceuse noirâtre qui ne peut être que la dolérite. Grâce à ces données, il est dès maintenant permis d'admettre que le Tongrien inférieur a jadis occupé un très grand espace, dans la partie nord-est du désert libyque, et d'espérer dès lors que la couche fossilière prouvant cette extension se retrouvera, en cherchant bien, sur tous les points élevés que couronne la dolérite.

D'un autre côté, la fixation de l'âge de la dolérite des collines de Sandberger entraîne nécessairement celui de tous ces jalons de roches doléritiques, de composition chimique très semblable (1), qui s'étendent en ligne droite du fond nord de l'oasis Bélariéh jusqu'en Syrie, en passant par les hauteurs signalées, et par Abou-Zabel sur le canal Ismaïlia. Et comme cette ligne d'éruptions correspond assez bien, jusqu'au canal de Suez, à l'axe de l'emplacement qu'à dû occuper la mer tongrienne, l'on est tenté d'admettre une connexion quelconque entre les deux sortes de faits.

Quant, en dernier lieu, à la grande différence de niveau que présente actuellement le Tongrien inférieur d'Egypte des deux côtés du Nil, différence que l'on peut évaluer à cent mètres pour le moins entre le banc fossilifère des Tombeaux des Chalifes et celui des collines de Sandberger, il va sans dire qu'elle est due à l'affaissement des trois côtés du Mokattam qui a eu lieu après le séjour de la dernière mer helvétienne dans la contrée ; une preuve évidente de cet affaissement nous est fournie par la plaine du Ouadi-el-Tih, entr'autres, avec ses couches parisiennes supérieures moins élevées de soixante mètres au moins que sur le sommet ouest du Mokattam ; l'explication inverse, c'est-à-dire, un exhaussement du sol du désert libyque, sans que le pied ouest du Mokattam y ait pris part, n'aurait pas de sens commun.

Le Tongrien supérieur d'Egypte (2).

Comme je vais le démontrer, le Tongrien supérieur est représenté en Egypte, d'une part par les forêts et le bois pétrifiés du coin nord-ouest du désert libyque et de la montagne du Mokattam, de l'autre, par le monticule de grès et quartzites du Djebel Achmar, tout près du Caire, et les pitons des mêmes roches, épars au pied et sur les flancs nord et est du Mokattam. Il se pourrait en outre que quelques dépôts de cette époque, c'est-à-dire soit des grès ou quartzites, soit même quelque calcaire d'eau douce, existassent dans le nord du désert libyque égyptien, vu que l'exploration de cette région est loin d'être terminée et que quelques géologues, entr'autres Unger, en ont cité de rares coquilles d'eau douce fossiles.

(1) Beyrich, Uber. geogn. Beobacht. Schweinfurths zwischen Cairo and Suez. (*Bull. Acad. Berlin*, 1882), p. 18.

(2) Voyez plus particulièrement: Schweinfurth, in *Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft*, 1882, p. 139 — Idem, eod. loco, 1883, p. 718. — Mayer-Eymar, loc. cit., pages 31 et 32.

En ce qui concerne d'abord l'âge et le mode de formation du bo pétrifié, voici l'explication que la découverte du Tongrien inférieu marin sur divers points de la Basse-Egypte permet désormais d'en donner :

La mer s'étant retirée et les volcans sous-marins s'étant du même coup éteints, le territoire tongrien, fertilisé par les nouvelles roches, après avoir été à l'état de désert sableux durant l'âge bartonien, se couvrit bientôt d'épaisses forêts d'arbres pour la plupart de l'ordre des *Sterculiacées* et de l'espèce nommée *Nicolia ægyptiaca* Unger, auxquels, à ce qu'il semble par les emplacements de leurs innombrables débris, convint particulièrement le sol doléritique. Mais voilà que les eaux souterraines, arrêtées, soit par le long pli sénonien Djebel Ataka-Abou Roach-désert, soit par les masses volcaniques internes, et chauffées par ces dernières, se mirent à sourdre à droite et à gauche du bas-fleuve d'alors, sous forme de sources thermales siliceuses et vinrent baigner le pied de sarbres, là où ceux-ci oc cupaient quelque dépression du sol. Or, ces arbres, en absorbant de l'eau chargée de silice, se pétrifièrent peu à peu sur place ; et c'est ainsi qu'ont été conservées la petite et la grande forêt de l'arrière-Mokattam, et celle non moins importante de Moghara, tandis que de beaucoup d'autres qui furent aussi pétrifiées, il ne reste que des troncs ou des morceaux de bois épars, indiquant leurs anciens emplacements par le nombre.

Les preuves des deux propositions avancées dans cette explication nous seront fournies par les faits suivants, parfaitement constatés et faciles à contrôler en Egypte.

D'après tous les témoignages — et pour ma part je puis citer, en ce qui concerne le désert arabique, la région depuis Hélouan jusqu'au Ouadi Siout, et sur différents points jusqu'à plusieurs lieues dans l'intérieur — la seule région du bois pétrifié superficiel tertiaire, sauf les grandes oasis, forme un triangle dont la pointe sud touche presque ou peut-être l'oasis de Béharièh, tandis que la base se perd dans le delta, la limite sud-est de ce triangle ne passant le Nil qu'à la hauteur de Tourah, entre le Caire et Hélouan. Or, cette région est à peu près la même que celle qu'a dû occuper la mer tongrienne. D'autre part, entre la dolérite ou, lorsque celle-ci manque, le falun coquillier et le bois fossile, il n'y a dans la partie explorée du territoire en question pas trace d'un dépôt intermédiaire sur lequel les forêts ont pû croître — car le sable du désert sans eau ne peut point entrer en compte — il en résulte donc clairement que l'époque des arbres pétrifiés suivit immédiatement celle des éruptions volca-

ques. Quant au mode de pétrification des arbres, il est, de son té, parfaitement établi par la découverte faite en premier lieu par I. Schweinfurth et constatée depuis par MM. Cramer, Kaiser, Sickenberger et par moi : au beau milieu des forêts pétrifiées du Mokattam, on peut voir des tuyaux verticaux, de trois à quatre centimètres de diamètre, avec un, deux ou trois petits canaux au milieu, tuyaux irréguliers, de couleur brune, et formés par la cimentation siliceuse d'un sable ferrugineux, plus ou moins fin et pauvre en calcaire, détritus de la dolérite. La connexion entre ces tuyaux de sources siliceuses et la pétrification par la silice des arbres qui les entourent est, en effet, évidente et dès lors l'explication de la cause et du mode de cette pétrification définitivement donnée (1).

Quant, en dernier lieu, au mode et à l'époque de dépôt des grès et quartzites du Djebel Achmar et des quelques pitons plus à l'est, j'estime que les raisons qu'a données M. Schweinfurth pour les identifier avec ceux du bois pétrifié sont parfaitement concluantes, quant au fond, sinon quant à tous les détails. De l'avis, je pense, de tous les géologues qui les ont examinés et notamment de celui de MM. Schweinfurth et Sickenberger, les grès et quartzites du Djebel Achmar, etc., sont des dépôts, dans de petits bassins, d'une eau thermale siliceuse. Ces messieurs admettent que ce sont les produits de véritables geysers ; mais tout me semble contredire cette explication. Il manque, en effet, partout, ces petits cratères ou grands trous de geysers, bouchés seulement par du détritus ou du sable, et les canaux des nombreux tuyaux que j'ai vus sont trop étroits pour que l'eau ait pu en jaillir, même à un mètre de haut. Il manque, aux environs des masses de quartzites, de ces plaques étendues et stalagmites de silice, comme en dépose la pluie des geysers. Enfin, certaines parties du Djebel Achmar étant conglomératiques dénoncent l'action d'une eau courante. Je crois donc, avec M. Schweinfurth, que la formation de ces pitons de quartzites, avec leurs cailloux roulés et leurs morceaux de bois pétrifié, s'explique, tout simplement, par des ruisseaux d'eau plus ou moins chaude et siliceuse, descendant des forêts du Mokattam, et par la destruction par l'érosion des parois de calcaire grossier des petits bassins que ces ruisseaux remplirent sur leur chemin vers le Nil. L'unité du

(1) Il serait bon de faire quelques fouilles dans les forêts pétrifiées du Mokattam, pour y chercher les racines des arbres. J'ai du reste trouvé, moi aussi, plusieurs racines authentiques de bois pétrifié au pied des collines de Sandberger, preuve que les arbres y croissaient directement sur la dolérite.

phénomène thermal étant de la sorte assez évidente, l'époque du dépôt des quartzites des environs du Caire serait aussi celle du Tongrien supérieur.

Le Ligurien supérieur d'Egypte

L'âge tongrien inférieur du banc marin des Tombeaux des Chalifes et des collines de Sandberger étant certain, il s'ensuit que les sables marneux versicolores auxquels ledit banc fait suite appartiennent au Ligurien supérieur, à moins, bien entendu, qu'il n'y ait dessous un premier banc marin, tongrien inférieur lui aussi. En attendant que de nouvelles recherches dans le nord-est du désert libyque nous aient fixé à cet égard, et abstraction faite des raisons que va nous livrer la coupe de la partie supérieure des montagnes de Dimé, relevée par M. Schweinfurth, la comparaison de ces couches avec les dépôts analogues les mieux connus semble confirmer notre premier jugement. En effet, le faciès de ces sables versicolores, en couches horizontales bien stratifiées, n'est ni le faciès fluviatile, comme celui des marnes feuilletées du Danien supérieur, du Garummien supérieur et du Sénonien supérieur de la Haute-Egypte, dépôts du Nil après chaque retraite de la mer, ni le faciès marin ou des dépôts des plages sableuses. Force est donc de les considérer comme dépôts d'estuaires fort peu profonds et ici inhabitables, à cause de l'invasion des sables du désert. Or, ces sables marneux versicolores ont, malgré leur surcharge arénacée, une grande analogie avec les dépôts d'estuaires de certains sous étages supérieurs, par exemple, avec les marnes vertes et rouges du Parisien supérieur de la villa Bruce, à Biarritz, et avec les marnes supérieures du Parisien supérieur de Ronca. Ils sont même fort semblables, abstraction faite de leur manque de fossiles plausiblement expliqué, aux sables marneux du Ligurien supérieur de Hénis. Il est donc d'ores et déjà extrêmement vraisemblable qu'ils représentent le Ligurien supérieur.

Le Ligurien inférieur d'Egypte

Comme M. Zittel l'a montré dans son introduction géologique à la Paléontologie de l'Egypte, le Bartonien inférieur existe, assez développé, tout près et à l'est de l'oasis de Siwah. Quant au Bartonien supérieur, sa présence dans cette contrée n'est rien moins que cer-

ne, les quelques *Orbitoides* rencontrées là-bas pouvant tout aussi en provenir du Bartonien inférieur que du Bartonien supérieur. u reste, l'absence du sous-étage II dans ces parages ne serait que oute naturelle, puisqu'elle indiquerait que, suivant la règle, la Méditerranée était, à cette époque, de ce côté aussi, moins étendue qu'auparavant. Quoi qu'il en soit, cet emplacement du Bartonien inférieur dans le coin nord-ouest de l'Egypte, loin d'être dû à quelque cataclysme, a son explication dans le fait que c'est dans cette direction que la mer du Parisien s'est retirée. Ce fait est facile à prouver, et comme il a certain rapport avec les conclusions qui vont suivre et qu'il est, en même temps, important pour la démonstration de la loi des étages, je tiens à le démontrer dès maintenant, quitte à le traiter de nouveau, avec plus de détails, dans le travail sur la stratigraphie des terrains nummulitiques d'Egypte, dont j'aurai bientôt à m'occuper.

Tandis que le Parisien inférieur existe, comme on sait, au pied du Sinaï et sur le Djebel Ataka, près de Suez ; qu'il occupe à peu près la moitié du désert arabique, jusque au moins à Béni Hassan ; qu'il remonte, de l'autre côté du Nil, jusque près de Siout, et, en une pointe, jusqu'assez près, au Nord-Est, de l'oasis de Farafrah, redescendant ensuite pour contourner, d'assez loin à l'Est et de plus près à l'Ouest, l'oasis de Béharieh, formant plus loin un large sinus dont le fond s'approche derechef de Farafrah, pour se perdre enfin vers le Nord, dans les sables du désert, le Parisien supérieur, lui, ne commence qu'au Djebel Auwébéd et au Djebel el Wohr, à l'ouest de Suez, ne dépasse pas, au sud, la plaine affaissée d'Hélouan, contourne ensuite, au nord et à l'ouest, le Fayoum, suit de là, assez loin, la route de Béharieh et contourne de loin, au nord, cette oasis, pour s'en aller, par les collines d'Ehrenberg et de Minutoli, rejoindre le Bartonien vers Siwah. Comme on le voit, la surface occupée par le Parisien supérieur n'est donc guère que la moitié de celle que recouvre le Parisien inférieur, preuve, en tout cas, du grand retrait de la mer à la fin de cette dernière époque ; et la limite sud de cette surface du Parisien supérieur forme une ligne peu ondulée allant du sud-ouest au nord-est, preuve demandée de la direction vers Siwah, c'est-à-dire vers l'océan, de ce retrait de la mer ample parisienne. Or, et c'était là l'un des buts de cette petite digression, puisque l'emplacement du Bartonien n'est pas accidentel, c'est-à-dire le reste d'un dépôt jadis beaucoup plus étendu vers l'est, et qu'il est en même temps fort éloigné du bord est du désert, nous n'avons, de prime abord, point à craindre que tel ou tel dépôt sur-

montant le Parisien supérieur dans cette dernière région, puisse l'appartenir.

Cherchons maintenant, en théorie, l'emplacement qu'a dû occuper la mer ligurienne, si tant est qu'elle a pénétré en Egypte. Nous avons, comme bases certaines de notre raisonnement, la présence du Tongrien inférieur au Caire sous le faciès de delta et aux collines de Sandberger, sous le faciès marin. Mais nous avons aussi, comme argument éventuellement décisif, l'existence vraisemblable du Ligurien supérieur aux mêmes endroits, sous le faciès de dépôts d'étangs salins. Or, si de nos premières données nous pouvons déjà conclure qu'à l'époque tongrienne inférieure la côte et la vallée du Nil avaient la même direction qu'actuellement, mais que cette vallée était moins encaissée que de nos jours, il résulte encore, du second ordre de faits, au moins trois choses, à savoir : d'abord, qu'à l'époque immédiatement antérieure des marais salins, le Nil avait son delta en aval du Caire ; ensuite qu'il devait couler de l'autre côté de la vallée, large de dix à douze kilomètres entre le Mokattam et Abou Roach ; enfin, et c'est là le point capital, que la mer a dû s'avancer une première fois au moins jusqu'à la hauteur du Fayoum, puisque les sables marneux versicolores n'ont pû se déposer que dans ses estuaires. Or, la coupe qu'a donnée M. Schweinfurth (loc. cit. in p. 34, note 1) de la partie supérieure des hauteurs à l'ouest de Dimé va nous confirmer complètement toutes ces conclusions et nous permettre ainsi de découvrir le Ligurien inférieur.

En effet, M. Schweinfurth a trouvé, là-bas, immédiatement au-dessus de la lumachelle blanche qu'il considère avec moi comme le dernier dépôt parisien supérieur : 1° six mètres d'un calcaire jaune clair, sans fossiles à première vue, calcaire qu'il regarde comme la première assise du « Miocène » ; 2° quelques mètres d'une marne sableuse grise ; 3° une roche concrétionnée jaune et ocracée ; 4° surmontant le petit plateau couvert de bois pétrifié que forme ce dernier banc, les marnes sableuses versicolores que nous connaissons, très développées ici, à ce qu'il dit, et couronnées, elles aussi, par une nappe de dolérite.

Or, puisqu'il ne peut être question ici de Bartonien, de deux choses l'une : ou toute cette série « miocène » — série dont la puissance est estimée par M. Schweinfurth à cent mètres environ — est du Tongrien inférieur, avec alternances de couches marines et d'eau saumâtre, ou les premiers dépôts sont liguriens inférieurs. Or, les considérations suivantes vont nous permettre de résoudre la question, sans avoir, cette fois, aucunement besoin de l'aide de

paléontologie : D'abord, la présence du flysch en Égypte concorde souhait avec sa grande extension sur tout le pourtour de la Méditerranée et ce serait de fait comme un miracle s'il manquait dans le bassin nummulitique du Nil. Ensuite, ces marnes grises (sableuses ici à cause des ondées de sable du désert), vont très bien avec les marnes du flysch d'Algérie. En troisième lieu, enfin, et c'est là la considération décisive, il est tout à fait inadmissible que, dans le petit et peu profond bras de mer du nord-est du désert libyque, la mer tongrienne inférieure ait pu déposer cent mètres (320 pieds), voire même cinquante mètres (160 pieds) de couches. Il y a donc, dans la coupe en question, trois sous-étages et le premier, celui qui nous manquait encore, est nécessairement le Ligurien inférieur.

COUP-D'ŒIL SUR LES EAUX MINÉRALES ET LES EAUX THERMALES DES RÉGIONS MÉSOZOÏQUES DU PORTUGAL (1),

par M. Paul CHOFFAT.

SOMMAIRE : Littérature. — Distribution géographique des sources. — Différences entre les sources minérales et les eaux potables ; entre les sources thermales et les sources ordinaires (2). — Observations sur la température du sol et déductions pour la température de l'eau. — Classification des sources d'après l'origine de la thermalité.

Eaux minérales non thermales. — Eaux mixtes. Eaux sulfureuses froides. Sources salées. Sources ferrugineuses.

Eaux thermales. — Généralités. — Groupes n'étant pas en relation avec les aires tiphoniques — Sources thermales des aires tiphoniques.

Remarques générales sur les sources thermales.

Tableau de l'ordre de succession des principales substances dans quelques sources froides et quelques sources thermales.

Le premier travail d'ensemble sur les eaux minérales portugaises méritant d'être pris en considération, date de 1810 (3). Malheureusement, l'auteur s'était contenté de récolter des renseignements sur les différentes sources, sans les visiter lui-même, de sorte que son travail manque d'uniformité dans les observations. Les renseignements sur la composition chimique des eaux sont insignifiants, l'auteur paraît avoir eu en vue la publication d'un deuxième volume, contenant le résultat de ses analyses, mais ce volume n'a pas été publié.

En 1867, parut une petite brochure (4) destinée à l'Exposition universelle de Paris, donnant la composition sommaire (poids du

(1) Communication faite dans la séance du 23 janvier ; manuscrit remis le 23 janvier ; épreuves corrigées par l'auteur parvenues au Secrétariat le 4 Juillet 1893.

(2) Toutes les températures sont exprimées en degrés centigrades et la minéralisation en grammes, par 1000 grammes d'eau ou par litre, les auteurs n'ayant pas toujours indiqué s'ils ont pesé ou simplement mesuré.

(3) Dr Francisco Tavares. Instrucções e cautelas praticas sobre a natureza, differentes especies, virtudes em geral e uso legitimo das aguas mineraes etc. de Portugal. — Coimbra 1810.

(4) Dr A. V. Lourenço. Renseignements sur les eaux minérales portugaises. Exposition universelle de 1867, Paris. A aussi été publié en portugais.

idu et mention des principales substances) des eaux minérales s plus importantes du pays.

Ces analyses présentent de l'homogénéité, car elles ont été faites par le même chimiste ; les autres indications ont, comme celles de l'ouvrage précédent, le désavantage d'être prises à différentes origines.

Depuis lors, il a paru trois traités des eaux portugaises, basés sur les deux ouvrages précédents et contenant, en outre, des données nouvelles, tirées principalement des brochures-réclames des établissements de bains. Ces origines diverses ont eu souvent pour résultat qu'une même source est décrite dans le même ouvrage sous deux ou trois noms différents, et il est parfois fort difficile de s'orienter dans ce dédale, tandis que ces sources appartiennent en réalité à un petit nombre de groupes naturels.

Mes études géologiques en Portugal m'ont permis d'examiner à temps perdu la plupart des sources des aires mésozoïques de ce pays, ou du moins de reconnaître leurs conditions géologiques. J'ai donc mis en présence mes observations avec celles des auteurs antérieurs pour chercher à en tirer quelques déductions, ou au moins à rassembler toutes les données certaines, pour stimuler les personnes à même de faire des observations sur ces sources et leur faciliter la besogne.

Ce travail sera publié (1) par le Gouvernement portugais sous le titre de *Contributions à la connaissance géologique des sources minérales des aires mésozoïques du Portugal*, tandis que la présente notice, laissant de côté tout un chapitre de considérations théoriques et la majeure partie des détails, a pour but de permettre un coup d'œil facile sur les conditions géologiques de ces sources.

Sous la dénomination d'aires mésozoïques, je comprends les affleurements de cet âge et les parties où ces roches sont recouvertes par le Tertiaire. Ces aires sont au nombre de quatre :

1° La grande surface comprise entre l'Océan et une ligne passant approximativement par Aveiro, Coimbra, Thomar et Lisbonne ;

2° La péninsule de Setubal ;

3° Une région de faibles dimensions entre S. Thiago-de-Cacem et l'Océan ;

4° L'Algarve.

La première contrée contient un grand nombre de sources ther-

(1) La distribution en a été faite en mai 1893.

males ou simplement minérales. On n'en cite pas dans les 2e et contrées et trois ou quatre seulement en Algarve.

En Portugal comme ailleurs, le terme de source minérale exprime souvent une idée arbitraire. C'est parfois le hasard ou la spéculation qui font ranger comme minérales des eaux à minéralisation plus faible que celles d'autres eaux réputées simplement potables et dépassant pourtant les 0 gr. 5 concédés à ces dernières.

La limite entre les sources thermales et les sources ordinaires est plus délicate, si l'on part du principe géologique que toute source doit être considérée comme thermale lorsque sa température moyenne dépasse la température de la zone de température constante du sol. Or, les géologues se sont beaucoup occupés de l'accroissement de la température du sol dans les grandes profondeurs, mais fort peu des variations de température au dessus de la zone de tm pérature constante.

Le problème est fort complexe, car la température constante du sol n'est pas égale à la température moyenne du lieu, qui est toujours un peu plus basse. D'un autre côté, l'eau n'a pas la température du terrain, mais généralement une température plus basse, ce qui dépend de la température de l'eau au moment de l'infiltration, et surtout de l'état d'aggrégation des roches, c'est-à-dire du plus ou moins de temps que l'eau reste en contact avec la roche par suite des difficultés de la circulation souterraine.

D'après les observations encore incomplètes de l'observatoire météorologique de Lisbonne, la zone de température constante se trouve environ à 20 mètres, et cette température est d'environ 18°, tandis que la température moyenne du lieu est de 15°85.

Les variations diurnes dans le sol ont été observées depuis huit années à l'observatoire agronomique de Villa-Fernando dans l'Alemtejo, mais la coordination de ces observations n'a pas encore eu lieu.

En prenant un certain nombre d'observations choisies dans les différents mois, j'ai trouvé les chiffres suivants qui ne représentent certainement pas les résultats exacts que donneraient la compilation de ces énormes matériaux.

AMPLITUDE DES VARIATIONS DIURNES

AIR	0m15	0m30	0m60
Inférieure à 10°	0°9 à 1°7	0°4 à 1°	0°1 à 0°3
Entre 10° et 17°	2°4 à 5°0	0°3 à 5°	0°1 à 0°2

Les observations de la température au dessous de 0^m60 ont lieu à 20. La variation maxima observée dans une journée est de 0^o3, mais on ne peut plus la considérer comme variation diurne, elle est produite par des ondes de chaleur d'une série de jours.

Le retard de la température du sol sur celle de l'air est de 3 heures à la profondeur de 0^m15 et de 6 à la profondeur de 0^m30; c'est-à-dire que le maximun de température a lieu entre 3 et 6 heures du soir à la première profondeur, et de 6 à 9 heures à la 2e. Le minimum de température a lieu de 6 à 9 heures du matin à 0^m15, et de 9 à 12 à 0^m30.

A 0^m60, il n'y a plus d'heures régulières de maximum et de minimun, et le retard est au moins de 24 heures.

Les températures extrêmes (1) observées à l'observatoire de Lisbonne pendant une période de 10 années sont indiquées dans le petit tableau qui suit; elles se rapportent à une seule lecture quotidienne effectuée à 8 heures du matin.

PROFONDEURS	MIN. ABSOLUS	MAX. ABSOLUS	MOYENNES DE 10 ANNÉES
0^m05	2°, Décembre	25°2, Août	15°28
0^m30	7°, »	25°8, »	16°52
0^m70	9°1, Janvier	25°1, »	16°86
1^m10	10°8, Février	24°1, »	16°99
1^m50	11°9, Mars	23°2, »	17°01
5^m	15°5, Juin	19°3, Décembre	
10^m	16°3, Septemb.	18°3, Mars	
20^m	Temp. const. probable = 18°2 (var. < 0°01).		

Les dates moyennes des minima pendant les 10 années jusqu'à 1^m50, sont respectivement les 9, 12, 20, 29 janvier et 10 février, celles des maxima pour les mêmes profondeurs 1, 7, 14, 21 et 29 août.

Les données correspondant aux profondeurs de 5 et de 10 mètres ne sont pas les extrêmes absolus, mais les moyennes approximatives des maxima et des minima pendant la période de 10 ans.

Elles nous font voir que l'amplitude des variations ne dépasse pas 2°50 à la profondeur de 5 mètres, et 0°56 à celle de 10 mètres. Elles nous montrent en outre que les variations atmosphériques

(1) Dans le mémoire in-extenso, je donne les tables de la température et des extrêmes se rapportant à chaque mois.

mettent de quatre à cinq mois pour pénétrer à la profondeur d mètres, et de sept à huit mois pour pénétrer à 10 mètres. Ce n'e donc pas toujours à tort que le public attribue à certaines sourc la propriété d'être plus chaudes en hiver qu'en été.

Quoique ces données soient incomplètes, elles permettent de voir si la température d'une source observée à un certain moment, est ou non anormale, et en combinant ces données avec le retard sur la température de l'air et la nature du terrain, on peut se rendre approximativement compte de la profondeur à laquelle se trouve la source.

Les observations sur les sources ordinaires du Portugal sont encore insuffisantes, mais elles paraissent concorder avec ce que l'on peut déduire des observations de la température du sol, sauf pour l'eau phréatique des dunes, pour laquelle j'ai observé en été des variations diurnes atteignant 0°9, à plus de 3 mètres de profondeur.

On peut distinguer cinq classes de sources thermales, en se basant sur l'origine du calorique :

Calorique provenant de la chaleur normale du sol.	A. Sources ordinaires	Circulation supérieure au fond des vallées.	Sources thermales p. p. dites
	B. Sources thermales relatives		
	C. Circulation profonde par canaux		
	D. » » » capillarité (1)		
Calorique provenant de causes anor.	E. Thermalité due à l'action volcanique		
	F. Thermalité due à l'oxydation de substances minérales.		

Quant au calcul de la profondeur des sources thermales, j'ai pris 32^m comme degré géothermique et ai appliqué la formule :

$$P = 32^m \times (T^s - T^c) + P^c$$

T^s étant la température de la source, T^c la température constante au-dessous du point d'émergence et P^c la profondeur correspondant à cette température.

Nous voyons des traités de géologie calculer la profondeur d'une eau thermale sans déduire la température constante, ce qui est évidemment une grosse erreur, sauf pour les contrées où cette température se rapproche de zéro. Dans le cas présent, l'erreur serait d'autant plus forte que les sources en question ne présentent pas des températures élevées.

(1) Posepny. Ueber die Bewegungs Richtung des unterirdisch circulirenden Flüssigkeiten. Congrès géologique international. Berlin, 1888, p. 71.

EAUX MINÉRALES NON THERMALES.

Nous parlerons en premier lieu de sources se rattachant tellement aux eaux potables qu'il est difficile de comprendre la raison les ayant fait considérer comme eaux minérales.

Les eaux sourdant du Tertiaire de Lisbonne ont une minéralisation de 0gr380 à 1gr956, d'après les analyses encore inédites de M. le Dr Mastbaum.

La substance principale est, soit le chlorure de sodium, soit le sulfate de chaux, soit même des nitrates! Anciennement, plusieurs de ces eaux étaient considérées comme spécifiques contre certaines maladies, mais actuellement, il n'y en a plus qu'une : *Fonte do Andaluz*, qui figure dans les traités des eaux minérales, et c'est assurément sans raisons fondées.

Comme curiosité, je mentionnerai aussi les puits de la partie basse de la ville. Ils sont foncés dans les décombres et dans les alluvions d'un ancien estuaire du Tage; leur minéralisation atteint 7 gr. 774, dont 3 gr. 225 de chlorure de sodium.

Un établissement fréquenté avec succès est celui d'*Aguas-Santas*, près de Caldas da Rainha. Ses sources sourdent de marnes et dolomies triasiques et infraliasiques, recouvertes par des sables pliocènes; leur minéralisation n'est que de 0 gr. 219 à 0 gr. 258, les trois substances prédominantes étant le chlorure de sodium, le carbonate de chaux et le sulfate de magnésie.

D'autres sources se rapportent à ce groupe, mais leur composition est si peu connue qu'il est inutile d'en parler ici.

Sources sulfureuses froides.

Les puits foncés dans les anciens limons du Tage, à Lisbonne, dans la partie où ces limons ont la plus grande épaisseur, fournissent de l'eau fortement chargée d'acide sulfhydrique et ayant un résidu fixe qui atteint 28 grammes par litre; elle provient d'un mélange de l'eau du Tage à l'eau phréatique.

La teneur en hydrogène sulfuré varie suivant les saisons et suivant les marées, mais ne paraît pas avoir baissé notablement depuis leur découverte en 1829. Elle varierait entre 0 gr. 021 et 0,075.

Ces puits se trouvent dans une zone bordant la rive actuelle, ayant environ un kilomètre de longueur, tandis que les puits immédiatement en arrière de cette ligne fournissent de l'eau plus ou moins salée, mais ne contenant pas d'hydrogène sulfuré.

Il y a en outre des sources d'eau douce arrivant à la ligne des

eaux sulfurées; elles correspondent aux ravins des collines lesquelles est construit Lisbonne.

Un fait important à constater est l'absence complète d'hydrogène sulfuré dans l'eau ascendante fournie par les forages établis dans le Tage, à peu de distance des puits sulfureux, mais traversant la totalité du limon pour atteindre les couches tertiaires. Cette absence nous prouve que ce gaz ne vient pas des profondeurs du terrain, comme c'est le cas pour d'autres sources que nous verrons plus tard.

Les dégagements d'hydrogène sulfuré sont connus d'autres vases de ports de mer; je pense que leur localisation provient de l'emmagasinage dans des lentilles de gravier. Reste à savoir si ce dégagement a lieu aux dépens des limons anciens, ou bien si les déjections des égouts actuels entrent en ligne de compte.

Ces eaux sont employées à Lisbonne dans l'établissement de bains de S. Paulo.

Sources salées, ou chlorurées sodiques concentrées

Cinq sources sont à rapporter à cette catégorie ; l'une est en Algarve et émerge des grès triasiques ou infraliasiques, les quatre autres se trouvent dans des aires tiphoniques et émergent donc de terrains de même âge.

Je ferai observer que toutes les cinq se trouvent dans le voisinage plus ou moins immédiat de masses éruptives, ophite ou teschénite, quoique je n'attribue pas leur salure à ces roches, mais bien aux strates sédimentaires d'où elles sourdent. Ces roches infraliasiques présentent parfois des efflorescences riches en chlorure de sodium.

La teneur en matières fixes de ces sources n'est pas connue ; elle est certainement fort élevée pour la source de Rio-Maior, qui donne lieu à une exploitation active, quoique fort primitive. On est probablement en présence d'une lentille de sel gemme, ce qui est peut-être aussi le cas à Batalha qui, jadis, a été exploité, ainsi qu'une autre source salée près de Leiria.

Sources ferrugineuses

Les sources ferrugineuses sont extrêmement nombreuses, ce qui tient au grand développement des assises arénacées contenant des pyrites intercalées dans des assises peu perméables.

On en connaît du Triasique, du Lias inférieur, du Jurassique supérieur, du Miocène et du Pliocène, mais c'est surtout dans le Crétacique inférieur qu'elles abondent.

Sept de ces dernières ont été analysées quantitativement. Le fer est à l'état de sulfate dans 3, et à l'état de carbonate dans les 4 autres.

Il occupe le premier rang dans une source seulement de chaque catégorie ; dans 4 autres c'est le sulfate de chaux qui est en tête, et dans la 7e, le chlorure de calcium. La totalité des matières fixes varie de 0 gr. 188 à 1 gr. 601 ; le minimum du sel de fer étant 0 gr. 040 (carbonate) et le maximum 1 gr. 050 (sulfate).

Une autre source naissant dans les mêmes conditions avait jadis la réputation d'être ferrugineuse, tandis qu'elle ne contient actuellement que des traces de bicarbonate de fer, quoique riche, comme toutes les autres, en acide carbonique. On doit donc admettre que l'acide carbonique de ces sources ne provient pas uniquement de l'action du sulfate de fer provenant des pyrites sur les carbonates de chaux et de magnésie, mais aussi de la décomposition des matières organiques qui sont fréquentes dans ces grès.

La source de *Coimbre*, naissant dans le Lias inférieur, diffère des sources du Crétacique en ce que les chlorures et les sulfates sont alcalins au lieu d'être terreux ; sa minéralisation est faible, 0 gr.399; le carbonate de fer y entre pour 0 gr. 07354 et le carbonate de magnésie pour 0 gr. 12562. (Voyez le tableau final).

EAUX THERMALES

Les sources thermales relatives, c'est-à-dire celles qui tirent directement leur calorique des masses montagneuses superposées, sont peu fréquentes dans les régions mésozoïques du Portugal, ou du moins elles y sont peu connues, car leur température est peu saillante, vu la faible hauteur des montagnes.

Je ne citerai que celle du *cap Mondégo*, dont les substances principales sont les chlorures de calcium et de magnésium, et l'acide sulfhydrique.

Les autres sources thermales, ou sources thermales proprement dites, forment généralement des groupes de griffons disposés sur une dislocation longitudinale. Nous les examinerons en deux catégories, suivant qu'elles sont ou non en relation avec les aires tiphoniques (1).

(1) Pour l'explication de ce terme voyez : Notes sur les vallées tiphoniques, etc. *B. S. G. F.*, 3e série, t. X, 1882.

GROUPES N'ÉTANT PAS EN RELATION AVEC LES AIRES TIPHONIQUES.

Algarve :

Un ou peut-être deux groupes, sourdant de calcaires appartenant au Jurassique et au Crétacique, à une faible distance de la mer. Leur température serait de 25°, mais il n'y a pas de données certaines à leur sujet.

Groupe de Cascaes :

A Estoril, près du bord de la mer, se trouvent deux groupes de griffons, l'un sourdant à la partie supérieure des grès du Crétacique moyen, l'autre sourdant de fentes des calcaires qui surmontent ces grès. Ils ne sont donc pas disposés suivant une ligne de dislocation longitudinale. Leur température est de 29°.

Une troisième source à température plus basse, mais contenant les mêmes substances, forme un triangle avec les deux autres.

Le seul massif montagneux du voisinage, la Serra de Cintra, n'est pas assez élevé pour expliquer la température de ces eaux ; mais entre cette montagne et la mer, le Jurassique et le Crétacique forment un pli synclinal très accentué qui permet de conclure à un accroissement de température par suite de circulation profonde par canaux.

Fig. 1.— Profil de la Serra de Cintra à Estoril.
Echelle des longueurs 1 : 100000. — Hauteurs doubles.

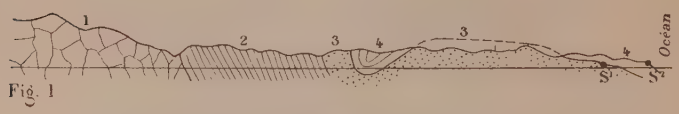

Fig. 1

1. Granit de la Serra de Cintra.
2. Calcaires du Malm et du Crétacique inférieur.
3. Grès du Crétacique moyen.
4. Calcaires du Crétacique moyen.
S^1, S^2 sources d'Estoril et de Poça.

Groupe d'Amieira :

La serra de Verride est formée par divers terrains du Jurassique traversés par des failles longitudinales, mais assez régulièrement recouverts à l'Ouest par le Crétacique composé de grès, puis de calcaires cénomaniens plongeant vers l'Ouest sous les sables et les grès pliocènes, ou sous une plaine d'alluvions qui, anciennement, formait un bras de l'estuaire du Mondégo.

A la limite de cette plaine se trouvent trois groupes de griffons sourdant des calcaires cénomaniens et disposés sur une ligne d'en-

on 2 kilomètres de longueur. Leur altitude est d'environ 5m et ur température qui est actuellement de 29°, aurait été de 34° au ommencement du siècle.

La hauteur des montagnes de la contrée ne suffit absolument pas pour expliquer une température de 29°, et elle ne peut pas non plus être expliquée par des plis synclinaux.

Il est probable que le pied de cette colline correspond à une faille longitudinale que rien ne fait prévoir, sinon la présence de ces sources, qui pourtant sourdent directement du calcaire. Il y a lieu de recourir à la théorie de la circulation profonde par capillarité et non pas à la circulation profonde par canaux.

Alcaçarias de Lisbonne :

La colline du château de S. Jorge, à Lisbonne, est formée par la mollasse marine, au pied de laquelle s'étendent actuellement des alluvions du Tage, et des atterrissements gagnés sur le fleuve.

Des sources thermales naissent au pied même de la roche tertiaire et dans les alluvions; elles sont utilisées en partie pour des établissements de bains, et en partie pour l'alimentation des fontaines publiques.

Quelques-unes de ces sources émergent au niveau moyen des eaux du Tage, et sont couvertes à chaque marée, d'autres sont plus élevées et atteignent une altitude de 4m au-dessus de ce niveau.

La ligne qui relie ces sources est légèrement courbe, à cavité tournée vers la terre, la longueur de la corde étant de 1100 mètres ; mais la thermalité est très faible dans la moitié orientale, tandis qu'elle est relativement forte dans la moitié occidentale.

Des observations faites en 1810, 1862, 1867 et 1892 montrent que la température était plus élevée de 1862 à 1867 qu'au commencement du siècle et qu'actuellement, mais la relation entre la température des différents sous-groupes est à peu près la même.

Actuellement, le maximum est de 30°9 aux bains du Duque, tandis qu'ils auraient présenté 34° en 1867. La source la plus orientale n'a qu'une vingtaine de degrés.

La minéralisation des sources de la moitié occidentale est comprise entre 0 gr. 562 et 0 gr. 823, celle de la source la plus occidentale, qui est la plus froide, est de 1 gr. 3296.

Ces grandes différences sont dues probablement à un mélange différent avec l'eau des sources provenant du Tertiaire ; on se souvient de la haute minéralisation qu'elles présentent parfois.

Toutes ces sources dégagent de nombreuses bulles de gaz qui, analysé par M. Mastbaum, à une seule source, a donné :

Azote.	97,6
Oxygène	0,8
Acide carbonique . .	1,6
	100

Sur six sources analysées quantitativement (1), deux ont le chlorure de sodium au premier rang et le carbonate de chaux au deuxième; trois autres ont le chlorure de sodium au deuxième rang et le carbonate de chaux au premier, et la sixième a au premier rang des sulfates de soude et de potasse (0 gr. 305).

Le cinquième rang est occupé par les azotates (0 gr. 021 à 0,0405). sauf dans la source la plus occidentale, Bica do Sapato, où les azotates occupent le troisième rang et se présentent en quantité tellement forte (0 gr. 3723) qu'il est évident qu'ils proviennent d'un mélange souterrain avec des eaux polluées par les habitations.

Les conditions géologiques sont analogues à celles des sources d'Amieira. On ne trouve l'explication de la température ni dans la hauteur des montagnes, ni dans les plis du terrain. La ligne d'émergence est aussi au bord d'un estuaire limité par une dislocation paraissant être une simple flexure, mais pour laquelle la présence de cette ligne de sources paraît devoir faire admettre une faille.

Groupe d'Arrifana.

Ces sources sont situées à 15 kilomètres au S.O. de Coimbra, au pied d'un massif bathonien ; elles sourdent en partie du calcaire bathonien, en partie des grès crétaciques qui s'étendent à son pied. Ces eaux sont fort peu connues, leur minéralisation paraît être très faible, ainsi que leur thermalité.

Sources thermales des aires tiphoniques.

La presque totalité des aires tiphoniques présentent des sources thermales, et je suis persuadé que l'on ne connaît que celles dont les propriétés sont les plus saillantes et que leur nombre s'accroîtra lorsque l'on aura plus d'observations.

J'ai connaissance de 6 groupes appartenant à ces aires, et il y aurait peut-être à y rattacher le groupe d'Arrifana, car les dislocations sur lesquelles il se fait jour paraissent être le prolongement de l'aire tiphonique de Soure. Dans ce cas, elles formeraient le

(1) Dans le mémoire in extenso, je mets en présence les analyses quantitatives des différents groupes, ainsi que les températures observées aux différentes époques.

sage aux sources de Cucos qui sourdent de failles dans le Malm, une faible distance de l'aire tiphoniqne.

Sauf une exception, ces sources émergent sur les bords de l'aire, soit à la limite même, entre le Triasique et le Jurassique supérieur, soit du Jurassique lui-même.

Ce dernier plonge plus ou moins fortement en dehors de l'aire tiphonique, et est généralement constitué par des calcaires recouverts de grès, ces derniers étant parfois réduits à quelques mètres.

Groupe de Cucos.

La chaîne du Montejunto est coupée transversalement par une aire tiphonique, limitée à l'Ouest par un massif de Jurassique supérieur traversé par des failles transversales à la chaîne, dirigées les unes à peu près du N. E. au S. O. et les autres à peu près du N. O. au S. E.

C'est vers le croisement de deux failles principales que naissent des eaux thermales se déversant dans des alluvions, de sorte que l'on ne sait pas si l'on a affaire à un seul griffon ou à plusieurs. Un autre groupe de griffons est séparé du premier par une colline calcaire et naît aussi dans les alluvions.

Dans ces conditions, on comprend que le lieu d'émergence ait subi avec le temps quelques variations, et des travaux de captage, effectués en 1890, ont fait découvrir des restes de bains anciens complètement ignorés. Malheureusement, ces captages ont été arrêtés à la profondeur de 8 mètres, sans être parvenus à la roche.

La température de ces sources est extrêmement variable; elle passe de 32° à 44°. Ces observations sont trop espacées pour que l'on puisse découvrir les causes de ces variations ; mais comme l'augmentation de la température paraît être en raison directe de l'augmentation du débit, il est évident que ces variations ne sont pas uniquement dues au mélange à des eaux phréatiques.

La minéralisation est presque aussi forte que celle des sources d'Estoril ; elle varie de 3 gr. 161 à 3 gr. 457, et est due principalement à des chlorures alcalins et à des carbonates de chaux et de magnésie. Il y a en outre de petites quantités de lithine, de fluor et de brôme.

La source la plus éloignée (Côxos) présente les mêmes substances, mais en quantité moindre, et sa température n'atteint pas 25°.

La hauteur de la masse du Montejunto, au-dessus du point d'émergence des sources, est au plus de 170 mètres ; elle est donc insuffisante pour en expliquer la température, mais il est probable que c'est pourtant ce massif qui les alimente. L'eau s'infiltre dans les

calcaires du Dogger et du Malm inférieur, plonge avec eux sous les marnes qui les recouvrent, jusqu'à ce que les dislocations de l'aire tiphonique de Matacaes lui permettent de remonter à la surface.

Groupe de Maceira :

Les calcaires du Malm qui entourent la petite aire tiphonique de Maceira ont subi de nombreuses dislocations, et sont redressés verticalement ou même renversés. Cinq sources sourdent de ces calcaires, et une sixième sort au contact des calcaires et des marnes triasiques. Elle est à environ un kilomètre des premières.

Leur minéralisation n'est pas forte, 0gr826, et quoique leur température ne soit que de 24 à 26°, elle ne se trouve pas en relation avec des collines suffisamment élevées pour l'expliquer, soit directement, soit indirectement ; c'est encore un cas où l'on doit recourir à la circulation profonde par capillarité.

Fig. 2 — Profil à travers l'aire tiphonique de Maceira.
Longueurs 1 : 20000. — Hauteurs doubles.

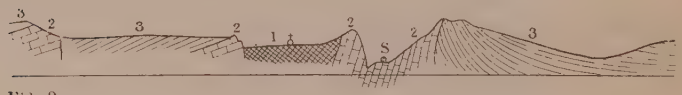

Fig. 2

1. Aire tiphonique, marnes de Dagorda.
2. Calcaires du Malm.
3. Grès du Malm. — S. Source thermale, à droite du lit de la rivière.

Groupe de Fervença.

Ce groupe est formé par trois sources émergeant sur une ligne de 800 mètres de longueur. Elles sont beaucoup plus rapprochées de la limite de l'aire tiphonique que ce n'est le cas pour les précédentes. Deux sourdent des marnes de Dagorda et la troisième des calcaires du Malm. Leur température est d'environ 28°, leur résidu fixe de 2 gr. 1024 et elles contiennent en outre par litre 0 gr. 181 d'acide carbonique en dissolution.

Leur origine doit être recherchée soit à la Serra dos Molleanos, distante de 12 kilomètres, qui présente une hauteur suffisante pour expliquer leur thermalité, soit dans un bassin fermé qui s'étend à son pied, auquel cas il faudrait avoir recours à la circulation profonde par capillarité.

Groupe de Leiria :

Les sources qui composent ce groupe se trouvent dans des conditions géologiques analogues à celles du groupe précédent. La longueur de la ligne qui les relie n'est que de 150 mètres et sur son pro-

Fig. 3. — Profil schématique des sources de Fervença à la Serra dos Molleanos. Echelle des longueurs : 1 : 1000000. — Hauteurs doubles.

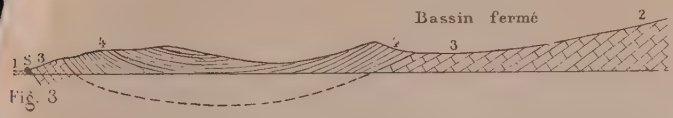

Fig. 3

1. Aire tiphonique, recouverte d'alluvions.
2. Calcaires du Dogger.
3. Calcaires du Malm.
4. Marnes et grès du Malm.
S, source de Fervença.

longement méridional, à 100 mètres seulement, se trouve une source froide dans des conditions extérieures analogues.

Leur minéralisation est certainement très faible (on n'en posséde pas d'analyse) (1) et leur température est d'environ 26°.

Fig. 4. — Profil schématique de Fonte-Quente (Leiria) à la Serra do Reguengo. Echelle des longueurs 1 : 1000000, hauteurs triples.

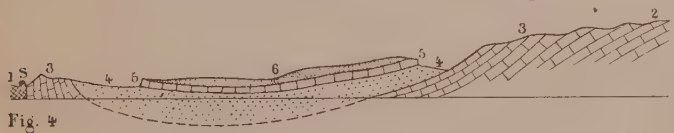

Fig. 4

1 Aire tiphonique recouverte par des alluvions.
2 Calcaires du Dogger.
3 Calcaires du Malm.
4 Graviers du Crétacique moyen.
5 Calcaires du Cénomanien
6 Sables pliocènes.
S. Fonte-Quente.

Groupe de Caldas du Rainha :

Ce groupe est le plus important de tous, c'est aussi celui sur lequel les renseignements sont le moins lacuneux, du moins en ce qui concerne les eaux du sous-groupe de Caldas, utilisées sans interruption depuis le XVe siècle et ayant un médecin attaché à l'établissement depuis 1775.

Il se compose de quatre sous-groupes, disposés sur une ligne de 10 kilomètres, formant la limite S. E. de l'aire tiphonique. Les propriétés physiques et chimiques sont à peu près semblables dans

(1) Depuis que ces lignes sont écrites, M. le Dr Mastbaum a analysé cette eau et a trouvé un résidu fixe de 0,4048, le carbonate de chaux et le chlorure de sodium formant les substances principales.

chaque sous-groupe. On ne possède d'analyse quantitative que eaux du sous-groupe de Caldas, mais pour les autres, on a dé miné la quantité des matières fixes ainsi que la teneur en aci sulfhydrique, substance qui les caractérise tout spécialement.

Le petit tableau suivant montre ces relations en 1867 :

Caldas	Température.	33°8 —	Résidu fixe,	2 gr. 785. —	Hydrogène sulfuré	0 gr. 0085
Quinta das Janellas . .	»	32°8 —	»	2 gr. 2766 —	»	0 gr. 00867
{ Valle de Flores . .	»	29°2 —	»	2 gr. 564 —	»	0 gr. 004169
{ Obidos	»	27°4 —	»	2 gr. 7325 —	»	0 gr. 004465
S. Mamède.	Analogue en 1810.					

Toutes ces sources laissent dégager des bulles de gaz se succédant assez rapidement. Leur analyse, au sous-groupe de Caldas, a montré à M. J. Pimentel :

Azote	80
Oxygène	1
Protocarbure d'hydrogène	3
Acide carbonique et un peu d'acide sulfhydrique.	16
	100

La source de *S. Mamède* donnait environ 100 mètres cubes par jour jusque vers 1780 ; elle cessa alors de couler, mais conservait encore en 1810 des propriétés physiques et chimiques analogues à celles des autres sous-groupes. En 1888, on ne voyait plus qu'une mare, d'où s'échappaient de grosses bulles d'un gaz inodore, et on ne pouvait plus reconnaître l'odeur d'acide sulfhydrique. Actuellement, les cultures ont fait disparaître cette mare.

Le *sous-groupe d'Obidos*, situé à 5 kilomètres au N. E. du précédent, est composé de deux sources sourdant des calcaires du Malm, à environ 100 et 200 mètres de la limite de l'aire tiphonique.

Elles sont disposées le long d'un ruisseau à environ 150 mètres l'une de l'autre, et sont séparées par des alluvions.

On est naturellement amené à considérer la source située en aval (source d'Obidos) comme une dérivation de celle qui émerge en amont (Valle de Flores), hypothèse confirmée par la température plus élevée de cette dernière, tandis qu'elle est infirmée par sa minéralisation plus faible.

Tandis que les autres sources du groupe, et en général toutes les sources situées sur une dislocation, émergent aux points où ces dislocations sont coupées par les thalwegs les plus profonds, la source de *Quinta das Janellas* émerge sur le flanc de la colline qui sépare le thalweg d'Obidos de celui de Caldas, à 1200 mètres du premier et à 4000 mètres du deuxième.

Les altitudes approximatives de ces différentes sources sont, dans l'ordre de la succession du S.-O. au N.-E.

Mamède	20 à 25m	Quinta das Janellas	80m
Obidos	10m	Caldas	40m50

Notons aussi que les sources d'Obidos et de Caldas correspondent à des dislocations transversales bien accentuées, ce qui n'est pas le cas pour les deux autres.

Les eaux de *Caldas* sourdent par cinq réunions de bouillons, compris dans un trapèze dont le côté oriental a 33 mètres, le côté occidental 25, et la hauteur 11. Le débit total atteint presque 2,000,000 de litres par 24 heures. Il varie suivant les années et probablement suivant les époques d'une même année.

Chaque bouillon a sa température propre, les extrêmes observés à la même date étant de 29° 6 et 33° 8, et il est à remarquer, comme dans le groupe des Alcaçarias, que les bouillons à température relativement basse dégagent autant de gaz que les autres.

La température générale change suivant les années ; la moyenne minima étant probablement de 32°5 et la moyenne maxima de 34°5. Dans ces variations de température, le rang assigné aux griffons par leur température n'est pas toujours le même.

Il y a plus, la plus haute température est tantôt dans un des groupes de bouillons, tantôt dans un autre.

Contrairement à ce qui se passe à Cucos, la température paraît être en rapport inverse avec le débit de l'eau ; c'est du moins ce qui s'est produit en 1890 et 1892.

Les analyses quantitatives faites à différentes époques feraient croire que la minéralisation tend à augmenter légèrement ; elle était de 2 gr. 614 en 1776 ; de 2 gr. 4 en 1849 ; 2 gr. 6 en 1858 ; 2,8 en 1862 ; 3,2 en 1876, tandis qu'elle retombe à 3,03 en 1889. Les deux dernières données concernent l'eau prise à deux griffons différents, les autres se rapportent probablement toutes à l'eau prise dans une piscine, c'est-à-dire réunissant un ensemble de sources.

Dans toutes les analyses, le chlorure de sodium est la substance prédominante et forme plus de la moitié de la totalité des matières fixes. Dans toutes les analyses, sauf celle de 1793, les quatre substances les plus abondantes sont dans le même ordre. Il y a pourtant quelques différences qui peuvent avoir leur importance au point de vue thérapeutique.

Comme dans la plupart des cas précédents, les collines des environs n'ont pas une altitude suffisant à expliquer la température de ces eaux, et c'est même le cas pour des montagnes situées à une

vingtaine de kilomètres. Il faut donc de nouveau recourir circulation profonde soit par canaux depuis les dites montag soit par capillarité, depuis des bassins fermés plus ou moins ma cageux se trouvant entre ces montagnes et la ligne des sources.

Il est à remarquer que ces sources n'émergent pas sur la disl cation qui limite l'aire tiphonique du côté de la mer, mais au contrair sur celle qui lui est opposée, ce qui nous montre que cette dislocation arrête des eaux venant de l'intérieur.

Monte-Real :

Il me reste à mentionner une source qui se rapproche de celle de Caldas par sa teneur en acide sulfhydrique, mais qui s'en éloigne par sa basse température et par sa position au milieu de l'aire tiphonique et non pas sur ses bords.

Cette source, qui se trouve à un kilomètre de Monte-Real, sourd des calcaires infraliasiques, presque entièrement recouverts par les sables pliocènes.

Remarques générales sur les Sources thermales.

Nous remarquons, en premier lieu, que l'influence de la température sur la minéralisation est loin d'être aussi marquée que la théorie le fait supposer.

Laissant de côté la haute minéralisation de quelques sources froides, nous ne citerons que quelques chiffres :

Alcaçarias	31°.	Minéralisation	0 gr. 7
Maceira	25°	»	0 » 8
Fervença	28°	»	2 » 1
Caldas	34°	»	2 » 7
Cucos	39°	»	3 » 4
Estoril	29°	»	3 » 9

Les gaz se dégageant des sources ne sont pas non plus en rapport avec la température ; ce n'est le cas ni d'un groupe à l'autre, ni pour les griffons d'un même groupe.

Dans toutes ces sources, le chlorure de sodium est la substance prédominante, sauf dans deux des sous-groupes des Alcaçarias, dans lesquels le carbonate de chaux occupe le premier rang, peut-être par suite de mélange à des sources froides.

Les autres substances occupent une place variable, le deuxième rang appartenant au carbonate ou au sulfate de chaux, dans un cas au chlorure de magnésie.

y a pourtant quelques substances qui différencient ces eaux, bique n'occupant qu'un rang inférieur ; tels sont les azotates des Alcaçarias, l'hydrogène sulfuré dans le sous-groupe de Caldas et de Monte-Réal. En outre, on remarque une certaine analogie de condensation entre les sources d'un même groupe.

Les gaz se dégageant spontanément n'ont été analysés que pour une source des Alcaçarias et une source de Caldas ; ils sont principalement formés par l'azote qui est dans la proportion de 97,6 °/₀ dans la première et de 80 °/₀ dans la deuxième.

L'acide carbonique libre ne se présente qu'en quantités assez faibles pour que son origine puisse être attribuée à la décomposition des carbonates ou des matières organiques, et à l'entraînement dans le sol par les eaux météoriques.

Les sources thermales n'étant pas en relation avec les aires tiphoniques, sont toutes au bord de la mer ou d'un estuaire actuel ou ancien ; leur altitude est peu supérieure au niveau de l'Océan. Le groupe d'Arrifana fait exception, son altitude est environ de 30 mètres et son éloignement d'un rivage de 30 kilomètres.

Les sources thermales des aires tiphoniques sont séparées de la mer par une distance de 2 à 19 kilomètres, leur altitude est comprise entre 10 et 80 mètres.

Elles se trouvent toutes sur les bords des aires tiphoniques ou un peu en dehors, sauf celle de Monte-Réal qui est au milieu de l'aire ; sa thermalité peut être mise en doute, tandis que celles qui sont sur les bords sont franchement thermales.

Il n'y a point de relation entre la position du point d'émergence et la température ; nous noterons pourtant que le maximum est atteint par la source de Cucos qui est la plus éloignée des bords de l'aire.

La température des sources non en relation avec les aires tiphoniques, est comprise entre 20 et 31° ; celle des sources des aires tiphoniques, entre 19 et 40°.

L'amplitude des variations pendant un siècle ne paraît pas avoir dépassé 2°5 à Caldas, tandis qu'elle a atteint 8° et peut-être même 12° à Cucos. Dans la deuxième localité, la température paraît être en raison directe du débit, tandis qu'elle paraît être en raison inverse à Caldas.

Les variations de composition paraissent être faibles à Caldas, et l'on manque de données au sujet des autres sources, sauf celle de S. Mamède, qui a d'abord perdu son hydrogène sulfuré, puis a complètement disparu.

Il n'y a qu'une ou deux sources dont la thermalité correspond la hauteur des massifs voisins; pour les autres, ces massifs n'ont pas la hauteur suffisante, ou bien les régions basses qui les séparent de la source sont suffisamment étendues pour amener la perte du calorique acquis sous le massif. Il faut donc en rechercher l'origine soit dans la circulation profonde, soit dans l'action volcanique.

Ces sources se groupent comme suit, quant au voisinage des roches éruptives (1).

Amieira. — Contrée sans roches éruptives.

Maceira. — » »

Arrifana. — Ophite à 6 kilomètres.

Caldas à S. Mamède. — Ophite et basalte plus ou moins distants.

Alcaçarias. — Filons de basalte dans la contrée.

Cascaes. — Filons éruptifs dans le voisinage immédiat.

Cucos. — Filons d'orthophyre peu éloignés.

Monte-Réal. — Pointements d'ophite assez rapprochés.

Fervença. — Masses d'ophite et masse de basalte à 5 kilomètres.

Leiria. — Masses d'ophite à 400 mètres.

Les masses éruptives sont tellement répandues dans les terrains secondaires du Nord du Tage, qu'il est difficile qu'un groupe de sources ne se trouve pas dans le voisinage de roches éruptives; néanmoins, nous voyons que c'est le cas pour les groupes Maceira et d'Amieira.

Remarquons en outre que, malgré le grand nombre de griffons de la contrée, il n'y en a pas un seul qui soit contigu à une roche éruptive et qu'ils ne se groupent pas autour des grands massifs éruptifs.

Au contraire, dans l'aire de Caldas, les sources se trouvent vers le milieu de la longueur, tandis que les deux extrémités sont occupées par les grandes masses ophitiques de Roliça et de Famamalica. Les sources du groupe de Fervença ne sourdent pas non plus auprès des puissantes masses d'ophite de S. Bartholome, mais bien à la limite de l'aire tiphonique, à 5 kilomètres de ces roches éruptives.

Il n'est en outre pas sans importance de constater que les régions à roches éruptives abondantes ne présentant pas de sources thermales, sont beaucoup plus nombreuses que celles qui en présentent.

Si les anciennes éruptions ne paraissent pas être en relation avec

(1) Les sources appartenant aux vallées tiphoniques sont distinguées par des italiques.

thermalité des sources, il n'en est pas de même des dislocations du sol.

Toutes les sources se trouvent alignées soit sur les bords d'une vallée tiphonique, soit sur une faille probable ou visible, à l'exception de celles d'Estoril et de celle de Monte-Réal.

La distance qui sépare les deux extrémités de chaque groupe est de :

150m	*Leiria*	1,100m	Alcaçarias
800m	*Fervença*	2,000m	Amieira
1,000m	*Maceira*	10,000m	*Caldas.*

Les alignements des sources des contrées non tiphoniques se trouvant au bord d'anciens rivages, on est tenté d'attribuer aux eaux de la mer une participation à la formation de ces sources, tandis que les sources des aires tiphoniques se trouvant au contraire sur le bord opposé à la mer, il en résulte que des dislocations ont arrêté les eaux venant du côté de la terre.

Théoriquement, les lieux d'élection des sources sourdant sur une cassure doivent être les points les plus bas des affleurements de ces cassures, c'est-à-dire des points voisins de leur intersection avec les thalwegs transversaux. En réalité, il n'en est pas toujours ainsi, comme nous l'avons vu pour le groupe de Caldas.

J'ai tenu à faire connaître séparément les sources thermales des aires tiphoniques afin que l'on puisse bien juger de leurs caractères, mais cette distinction en deux catégories n'est justifiée ni par leurs propriétés physiques, ni par leur composition chimique. Chaque groupe a ses conditions particulières.

Toutes ces sources thermales dépendent des dislocations du sol; leur calorique provient soit des montagnes voisines, soit d'une circulation profonde par canaux, soit encore d'une circulation profonde par capillarité.

TABLEAU de l'ordre de succession des principales substances dans quelques sources froides et quelques sources thermales.

t = traces, × présence en faible quantité, sauf pour le gaz.

I. *Sources froides* représentées seulement par deux puits ordinaires de Lisbonne de très mauvaise qualité, deux sources à minéralisation très faible et une source sulfureuse froide (Arsenal).

II. *Sources thermales non en relation avec les aires tiphoniques.* Dona-Clara et Jardim do Tabaco appartiennent au groupe des

Alcaçarias. On n'a pas d'analyses des sources d'Arrifana, don minéralisation est probablement très faible.

III. *Sources thermales des aires tiphoniques.* On n'a pas d'analys de la source de Leiria (faible), ni de la source de Monte-Réal (1 analogue à celles de Caldas. Les eaux de Maceira ne sont connue que par une analyse qualitative.

	I					II				III		
	Coimbre	Tertiaire Lisbonne	Alluv. Lisbonne	Arsenal	Aguas-Santas	Dona-Clara	J. do Tabaco	Estoril (Cascaes)	Amieira	Caldas	Fervença	Cucos
Température...						27°,6	22°	29°	29°	34°,5	28°	39°
Total des matières fixes	0,275	1.956	7,774	22,3	0,219	0.734	0,749	3,894	0.865	3,199	2.076	3.461
Chlorure de sodium.	4	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
» magnésium	.	.	.	2	×	.	×	2	4	5	4	4
» calcium	.	.	.	.	.	.	3	6	.	.	.	.
Sulfate de chaux...	.	3	.	×	6	7	.	4	5	2	5	3
» magnésie	.	.	.	4	3	3	4	3	.	?	.	.
» soude...	.	.	.	5	5	4	.	.	8	3	3	.
» potasse..	×	.	.	3	×	.	.	.	6	7	6	6
Carbonate de chaux.	2	4	.	6	2	2	1	5	2	4	2	2
» magnésie.	1	5	.	7	×	8	.	7	3	6	.	5
» soude.	5	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
» fer.....	3		.	.	×	.	×	.	.	.	.	.
Azotates.....	.	1	2	.	.	5	5	.	.	.	.	.
Silice.....	.	.	.	×	×	6	×	8	7	8	7	7
Acide sulfhydr.	.	.	.	×	×	.	.	.	.	×	.	.
» carboniq.	×	.	.	×	?	×	×	×	×	×	.	×
Azote.....	.	.	.	.	.	×	×	.	.	×	.	.

(1) Depuis que ces lignes sont écrites, l'eau de Monte-Real a été analysée par M. le Docteur Mastbaum qui a trouvé :

Résidu fixe à 150°	2,7208	
Chlorure de sodium	0,2242	II.
» potassium	0,0115	VII.
Sulfate de chaux	1,9594	I.
» magnésie	0.2052	III.
Carbonate de chaux	0,1453	IV.
» magnésie	0,0204	V.
Sesquioxyde de fer	0,0026	VIII.
Silice	0,0200	VI.

(*Note ajoutée pendant l'impression*).

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

Art. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

Art. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

Art. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

Art. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

Art. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

Art. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

Art. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

Art. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

Art. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

Art. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. XVII. — Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. *(Décret du 12 décembre 1873).* (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société *(Art. 4 du règlement administratif).*

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. *(Art. 42 du règlement administratif.)*

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs *(Séance du 20 novembre 1871).*

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1893

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, rue des Grands-Augustins, 7

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
9	6	6	6*	1	5	6	4
			10				
23	20	20	24	15	19	20	18

Séance générale annuelle à 3 heures, le Jeudi 6 Avril.

La bibliothèque est ouverte tous les jours, de 1 heure à 6 heures

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1893

Président : M. ZEILLER.

Vice-Présidents :

M. GOSSELET. | M. DE GROSSOUVRE. | M. CAREZ. | M. CHAPER.

Secrétaires :

M. DEREIMS, pour la France.
M. THIÉRY, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :

M. CAYEUX.
M. L. BERTRAND.

Trésorier : M. L. JANET. | *Archiviste* : M. Em. DE MARGERIE.

Membres du Conseil :

M. M. BERTRAND.
M. FISCHER.
M. GAUDRY.
M. MUNIER-CHALMAS.
M. COTTEAU.
M. HAUG.
M. PELLAT.
M. MICHEL LÉVY.
M. DOUVILLÉ.
M. DE LAPPARENT.
M. BERGERON.
M. SCHLUMBERGER.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 1-4

(t. XXI).

MEYER-EYMAR. — *Le Ligurien et le Tongrien en Egypte* 7

P. CHOFFAT. — *Coup-d'œil sur les eaux thermales des régions mésozoïques du Portugal* 44

Le Secrétaire-Gérant :
A. DEREIMS.